

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

Tommy Löwendahl – Paavo Paloranta

HARJOITTELUN VAIKUTTAVUUS IÄKKÄIDEN TASAPAINOON

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

LÖWENDAHL, TOMMY,

PALORANTA, PAAVO

Opinnäytetyö

Työn ohjaajat

Toimeksiantaja

Toukokuu 2012

Avainsanat

Harjoittelun vaikuttavuus iäkkäiden tasapainoon

51 sivua + 14 liitesivua

Petteri Koski, D.N.

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, yliopettaja, sho, KT

LITAS-hanke

ikäntyneet, voimaharjoittelu, toiminnallinen harjoittelu, tasapaino, harjoittelu

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kolmen eri harjoitusintervention vaikuttavuutta ikääntyvien tasapainoon ja selvittää, tuleeko eri harjoittelumenetelmillä eroja tasapainon parantumisessa ja siten antaa suositus ikääntyvien tasapainon kehittämiseen hyvin soveltuvasta harjoittelumenetelmästä.

Tutkimus oli kvasikokeellinen tutkimus, jossa pyrittiin pääsemään niin lähelle kokeellisen kvantitatiivisen tutkimuksen tarkkuutta kuin olosuhteet sallivat. Tutkimusasetelmassa kolmea eri harjoitusinterventiota verrattiin keskenään. Tulosten arvioinnissa ”Timed Up and Go” -testiä (TUG) käytettiin dynaamisen tasapainon mittarina ja Metitur Oy:n Good Balance -tasapainolevyä staattisen tasapainon mittarina. Mittaukset tehtiin ennen harjoittelun alkamista ja harjoittelun jälkeen.

Tutkimukseen osallistuvat henkilöt olivat Kotkan kaupungin kotihoidon asiakkaita ja heidän omaishoitajiaan. 26 iältään 57–85 vuotiasta henkilöä otettiin mukaan tutkimukseen oman halukkuuden ja lääkärin antaman luvan perusteella. Osallistujat jaettiin kolmeen interventioryhmään: toiminnallisen harjoittelun, voimaharjoittelun ja tasapainoharjoittelun ryhmiin. Harjoittelu tapahtui 2 kertaa viikossa, 30–60 minuuttia kerrallaan 8 viikon ajan.

Loppumittauksiin osallistuneiden 18 henkilön tulosten perusteella kaikkien ryhmien tulokset paranivat TUG-testissä. Voimaharjoitteluryhmällä tulos parani 29 %, toiminnallisella ryhmällä 22,8 % ja tasapainoryhmällä 12,1 %. Tasapainolevyn mittaustulokset eivät olleet tarpeeksi erottelukykyisiä ryhmien väliseen tarkasteluun ja jäivät siksi ilman johtopäätelmää.

Tutkimuksen tulosten perusteella ikääntyvien dynaamista tasapainoa parantavaksi liikunnaksi voisi suositella voimaharjoittelua ja toiminnallista harjoittelua. Lisäksi TUG-testi osoittautui hyväksi ja helpoksi työkaluksi ikääntyvien dynaamisen tasapainon mittaamiseen normaalissa arkikäytössä naprapaatin työkentällä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Naprapathy

LÖWENDAHL, TOMMY,

PALORANTA, PAAVO

Bachelor's Thesis

Supervisors

Commissioned by

May 2012

Keywords

The Effect of Exercise on Balance in Older Adults

51 pages + 14 pages of appendices

Petteri Koski, D.N.

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, PhD

LITAS-project

aging, strength, functional, balance, training

The purpose of our bachelor's thesis was to compare three different approaches to balance training in older adults and to point out possible differences between the selected exercise methods and thus suggest a good exercise method to improve balance in older adults.

The design was a quasi-experimental study, in which internal validity was kept as close to that in an experimental quantitative design as possible. In the study three exercise interventions were compared. "Timed Up and Go" test (TUG) was used to measure dynamic balance and Metitur Good Balance – force platform was used for measuring static balance. The outcome measures were obtained within a week's period at baseline and after training.

The study population consisted of clients and their caretakers in Kotka city home care. 26 participants were included based on their own willingness and permission to participate from a doctor. The participants were aged between 57 and 85 years. The study population was divided into three intervention groups: functional training-, strength training- and balance training-groups. The participants received 30–60 minute training sessions, 2 times a week for 8 weeks.

Results from the 18 retested participants show that all groups had improved on the TUG-test. The strength training group had the best results with 29 % improvement in outcome measure while the functional training had 22,8 % of improvement and the balance training 12,1 % respectively. The force platform measurements appeared to be inconclusive in all groups and were not included in the results.

This study indicates that strength training and functional training could be recommendable in improving balance in older people. In addition the TUG test appeared to be a useful and easy tool for assessing dynamic balance in the aging population in everyday naprapathic clinical use.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	TASAPAINOA SÄÄTELEVÄT ELINJÄRJESTELMÄT	8
	2.1 Yleistä tasapainosta ja asennon hallinnasta	8
	2.2 Aistitieto tasapainon hallinnassa	11
	2.2.1 Vestibulaarijärjestelmä tasapainon hallinnassa	11
	2.2.2 Näköaisti tasapainon hallinnassa	13
	2.2.3 Proprioseptiikka tasapainon hallinnassa	15
	2.3 Hermoston toiminta tasapainon hallinnassa	19
	2.4 Tuki- ja liikuntaelimestön toiminta tasapainon hallinnassa	20
3	TASAPAINOA SÄÄTELEVIEN JÄRJESTELMIEN FYSIOLOGISET MUUTOKSET IKÄÄNTYESSÄ	21
	3.1 Vestibulaarijärjestelmän muutokset ikääntyessä	21
	3.2 Näköaistin muutokset ikääntyessä	22
	3.3 Proprioseptiikan muutokset ikääntyessä	22
	3.4 Hermoston muutokset ikääntyessä	24
	3.5 Tuki- ja liikuntaelimestön muutokset ikääntyessä	25
4	LIIKUNTA JA IKÄÄNTYMINEN	26
	4.1 Tasapainon edistämiseen tähtäävä harjoittelu iäkkäillä	27
	4.2 Toiminnallinen harjoittelu tasapainon edistäjänä iäkkäillä	27
	4.3 Voimaharjoittelu tasapainon edistäjänä iäkkäillä	28
5	TASAPAINON MITTAAMINEN	29
	5.1 Timed up and go -testi (TUG)	29
	5.2 Metitur Oy:n Good Balance -laite	30
6	TUTKIMUSONGELMAT	31
7	TUTKIMUKSEN SUUNNITTELU	31

7.1	Testiryhmien valinta	31
7.2	Mittareiden valinta	32
7.3	Harjoitusinterventtioiden valinta	32
7.4	Tutkimuksen toteutuksen suunnittelu	32
7.5	Tutkimuksen eettisyys	33
7.6	Luotettavuuden toteutuminen suunnittelussa	34
8	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	34
8.1	Alkumittaukset	34
8.1.1	Timed up and go -testi (TUG)	35
8.1.2	Metitur Oy:n Good Balance -laite	35
8.2	Harjoitusjakso	36
8.3	Harjoitusmenetelmät	36
8.4	Loppumittaukset	37
9	TUTKIMUSTULOKSET	37
9.1	Tutkimukseen osallistuneiden taustatiedot	37
9.2	TUG-testin mittaustulokset	38
9.3	Good Balance-tasapainolevyn mittaustulokset	40
9.4	Tutkimustulosten yhteenveto	41
10	POHDINTA	41
10.1	Tulosten pohdinta	41
10.2	Tulosten luotettavuus	43
	LÄHTEET	45
	KUVALÄHTEET	50
	LIITTEET	
	Liite 1. Harjoitusten sisällöt	
	Liite 2. Tutkimuslupahakemus	
	Liite 3. Harjoitteluinfo	

1 JOHDANTO

Tasapainoon liittyvät ongelmat kuten proprioseptiikan, näön ja liikkumisen heikkeneminen ovat iäkkäiden henkilöiden kaatumistapaturmien keskeisiä taustatekijöitä. Iäkkäiden henkilöiden tasapainon ylläpitämisen ja harjoittelun merkitystä tuodaan lisääntyvässä määrin esille ja ohjeistuksia päivitetään jatkuvasti. Viime vuosikymmeninä kaatumistapaturmien määrä on ollut kasvussa, ja se on osaltaan lisännyt fyysisen harjoittelun ja tasapainon kehittämisen tarvetta ikääntyvillä, koska niillä voidaan vaikuttaa kaatumisen vaaratekijöihin. Tällä hetkellä ikääntyvien, yli 65-vuotiaiden suomalaisten henkilöiden tapaturmista 80 % on kaatumisia ja matalalta putoamisia. (Honkanen, Luukinen, Lüthje, Nurmi-Lüthje & Palvanen 2008, 6, 11–12; Mänty, Sihvonen, Hulkko & Lounamaa 2006, 1, 3–4, 22–23.)

Ikääntyvillä liikunnan harrastamiseen liittyy tavoite omatoimisuuden ja hyvinvoinnin ylläpitoon sekä parantamiseen ja kaatumisen riskin pienentämiseen (Tilvis 2010, 1–9). Tasapainon ongelmiin liittyvät kaatumistapaturmat ja niiden hoito ovat merkittävä kansantaloudellinen menoerä Suomessa (THL 2010). Yli 65-vuotiaita on Suomessa opinnäytetyön kirjoitushetkellä noin 17 %, ja määrän arvioidaan lisääntyvän 23 %:een vuoteen 2020 mennessä (Stakes 2009).

Naprapaatin ammatissa kohtaamme melko varmasti ikääntyviä, tasapaino-ongelmista kärsiviä ihmisiä. Tasapainoa kehittävän harjoittelun ohjaus, terveysneuvonta ja asiakkaiden motivointi tulee olemaan osa työkenttäämme. Hyvien harjoitusmuotojen tarkastelu ja vertailu on tarpeellista, ja niistä saatava tieto edesauttaa parhaan hoitokäytännön muodostumista. Naprapaatin näkökulmasta asiantuntijuus ikääntyvien ihmisten parissa näkyy tutkitun tiedon soveltamisena ja hyödyntämisenä käytännössä. Panostamalla tasapainon kehittämiseen optimaalisella tavalla, voidaan ehkäistä ikääntyvien kaatumisia sekä niiden seurannaisvaikutuksia, tuetaan omatoimisuutta ja parannetaan elämänlaatua.

Opinnäytetyön kirjoitushetken tuorein tieto liikunnan vaikutuksista ikääntyville on vuonna 2011 päivitetty, 94 tutkimusta ja 9917 tutkittavaa käsittelevä systemaattinen Cochrane-kirjallisuuskatsaus, jossa eniten tutkimuksia oli kävelystä, tasapaino-, koordinaatio-, voima- ja toiminnallisesta harjoittelusta sekä avaruudellisesta harjoittelusta, kuten tanssista ja taijista. Katsauksesta voidaan todeta, että edellä

mainitut harjoittelumuodot ja niiden yhdistelmät ovat kohtuullisen hyviä parantamaan ikääntyvien tasapainoa. Toisaalta yleisestä fyysisestä aktiviteetista, kuten hyötyliikunnasta, tasapainoalustalla tehdyistä tasapainopeleistä ja värinäalustoista ei ole tämän katsauksen perusteella ollut hyötyä tasapainon kehittämisessä. (Howe, Rochester, Neil, Skelton & Ballinger 2011, 22–26.)

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli tarkastella tasapainoharjoittelun, toiminnallisen harjoittelun ja voimaharjoittelun vaikuttavuutta ikääntyvien tasapainoon ja löytää näistä tehokkain vaihtoehto tasapainoa arvioivien mittarien avulla. Interventioiden valitsemista tuki edellä mainittu Howe ym. 2011 tekemä Cochrane-kirjallisuuskatsaus, jossa kyseisillä harjoitusmuodoilla oli saatu tilastollisesti merkittäviä tuloksia (Howe ym. 2011, 22–26). Harjoitusmuodot valittiin myös sillä perusteella, että ne olisivat mahdollisimman paljon toisiaan poissulkevia, jotta saataisiin paremmin esiin tutkimusinterventioiden vaikutus tasapainoon.

Ikääntyvien toimintakykyyn on kehitetty monia mittareita. Kirjallisuus esittää jopa 17 erilaista mittaria, joiden avulla pyritään arvioimaan toiminnallista tasapainoa. Näistä 17:sta mittarista ”Timed Up and Go” -testi (TUG) ja Bergin tasapainotesti ovat luotettavimmat ja eniten käytetyt. (Langley & Macintosh 2007, 4–8).

Toiminnallisten mittarien lisäksi voidaan käyttää kvantitatiivisia mittareita, jotka perustuvat paineen keskipisteen muuttumiseen mittalevyn päällä, liikeseensoreihin, tai elektromyografiamittauksiin. (Bloem 2003, 295–336.) Opinnäytetyöhön valittiin mittareiksi TUG-testi ja Metitur Oy:n Good Balance -tasapainolevy.

Liikuntainterventiot toteutettiin yhteistyössä Kotkan kaupungin, Kotkalaisen Ergo -selkäklinikan sekä KyAMK:n lihaskunto ja tasapaino -hankkeen (LITAS) kanssa. Vaikuttavuutta arvioitiin kvasikokeellisessa (Anttila 2006) asetelmassa, jossa Kotkan kotihoidon asiakkaista kaupunginosan mukaan jaetut ryhmät tekivät 8 viikon harjoittelujakson ja harjoittelivat kaksi kertaa 30–60 minuuttia viikossa. Tulokset koostettiin harjoittelujakson aluksi ja lopuksi tehdyistä tasapainomittauksista.

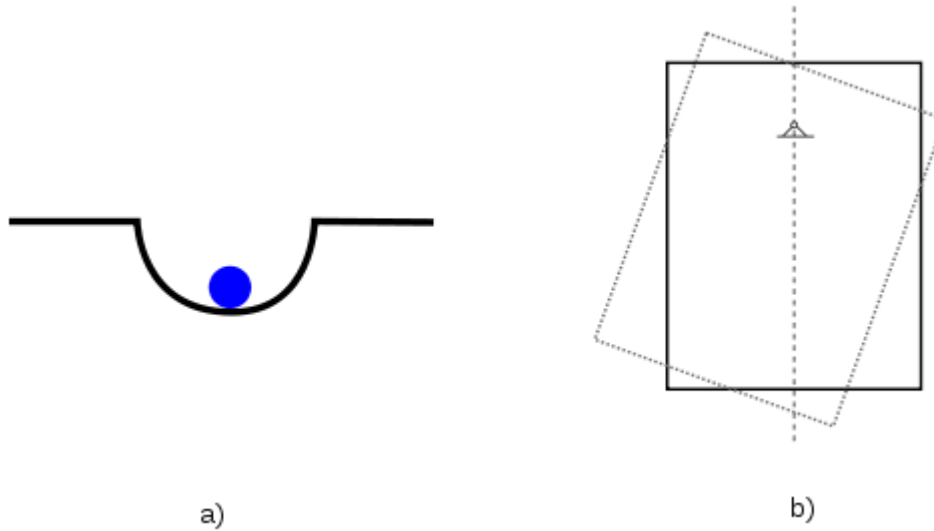
2 TASAPAINOA SÄÄTELEVÄT ELINJÄRJESTELMÄT

2.1 Yleistä tasapainosta ja asennon hallinnasta

Tasapaino voidaan määritellä kehon massakeskipisteen säilyttämisenä vakaana tukipinnan tai tasapainoalueen suhteen eri tilanteissa. **Massakeskipiste** tarkoittaa kehon massan keskimääräistä sijaintia ja **tukipinta** aluetta, jonka kautta keho on kosketuksessa alustaan. Koko kehon massakeskipiste sijaitsee normaalirakenteisella henkilöllä normaalissa seisoma-asennossa kehon keskilinjassa, pari senttimetriä ristiluun päätelevyn etupuolella. Eri asennoissa ja liikkeissä massakeskipiste voi muuttaa paikkaansa kehon rajojen ulkopuolelle (Sandström & Ahonen 2011, 51–52, 165).

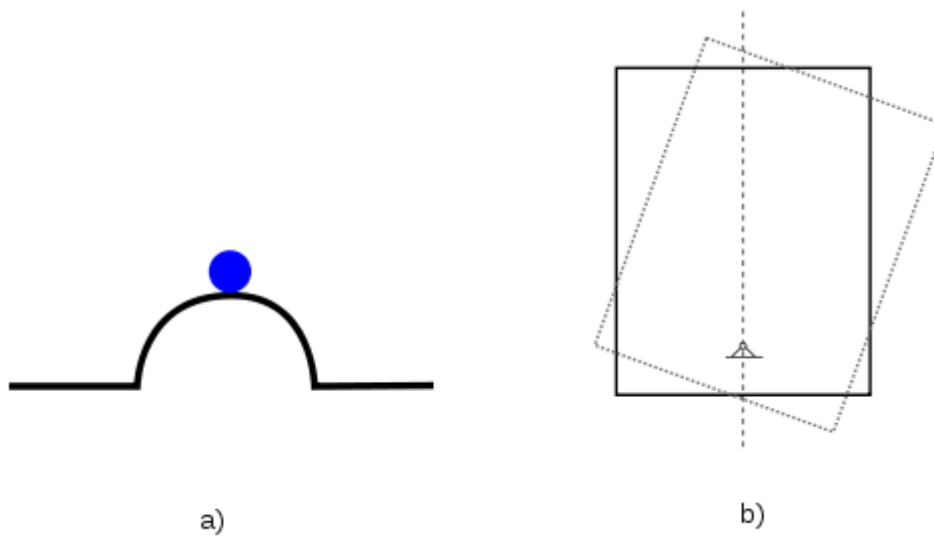
Tasapainoalue tarkoittaa aluetta jonka varassa kappale seisoo, käytännössä se on ihmisellä kahden jalan seisonnassa jalkojen äärivivojen sisällä, kantapäiden ja päkiän rajaamalla alueella (Sandström & Ahonen 2011, 166). **Tasapainotila** saavutetaan kun kehon asentoa ylläpitävät ja horjuttavat voimat ovat yhtä suuret. Tasapainotila saavutetaan yleensä vain hetkittäin, sillä kehoon vaikuttavat ulkoiset ja sisäiset voimat muuttavat suhteitaan jatkuvasti. Ulkoisia voimia ovat mm. painovoima ja kitka, sisäisiä voimia mm. lihasten tuottama voima, kuten hengitys ja sydämen syke, sekä suuremmat lihastyöllä saavutettavat liikkeet. (Sandström & Ahonen 2011, 52.)

Tasapainotila voi olla stabiili, eli vakaa, labiili, eli epävakaa, tai indifferentti, eli epämääräinen. **Stabiilista tasapainotilasta** (kuva 1) esimerkkinä toimii esimerkiksi makaaminen riippumatossa. Riippumatossa makaava henkilö on tuettu tukipintaan (riippumatto), massakeskipiste (riippumatossa alimpana oleva kehon kohta) on suoraan tukipisteen alla ja horjumiseen vaaditaan ulkoinen voima tai voimakas sisäinen voima. (Sandström & Ahonen 2011, 167.)



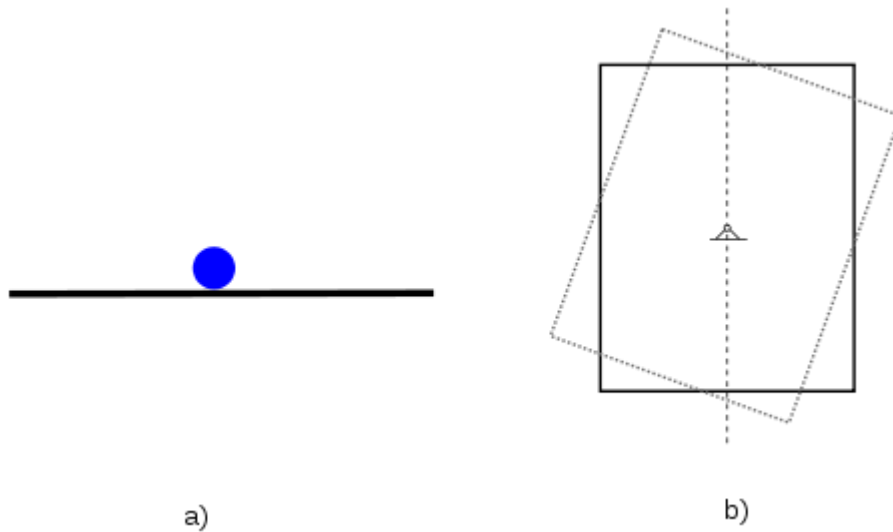
Kuva 1. Stabiili tasapainotila. (Pajs)

Tasapaino on **labiili**, eli epävakaa esimerkiksi jumppapallon päällä tasapainotellessa. Labiilissa tasapainotilassa (kuva 2) kehon massakeskipiste on suoraan tukipisteen tai tasapainoalueen päällä. Tällöin pienikin ulkoinen voima voi horjuttaa asentoa.



Kuva 2. Labiili tasapainotila (Pajs)

Indifferentistä, eli epämääräisestä tasapainotilasta on ihmisellä esimerkkinä lähinnä erilaiset vertikaaliakselin ympäri toteutuvat kierrot, kuten toimistotuolilla istuen paikallaan pyöriminen. Indifferentissä tasapainotilassa (kuva 3) kehon massakeskipiste ja tukipiste ovat samassa paikassa. (Sandström & Ahonen 2011, 167.)



Kuva 3. Indifferentti tasapainotila. (Pajš)

Tasapainon hallintakykyyn vaikuttavat henkilön yksilölliset ominaisuudet, vaadittava toiminta ja toimintaympäristö. Yksilöllisiä tasapainon hallintaan vaikuttavia tekijöitä ovat perintötekijät, opittu toiminta ja liikuntaelimistön suorituskyky. (Sandström & Ahonen 2011, 51.) Tasapainoa ja asentoa hallitaan dynaamisesti keskushermoston, tuki- ja liikuntaelimistön ja eri aistinjärjestelmien yhteistoiminnalla. Keskushermosto tulkitsee eri aistinkanavien informaation ja saa kokemuksen kehon asennosta, jonka pohjalta tuki- ja liikuntaelimistö tuottaa keskushermoston määrittelemän motorisen vasteen. (Pajala, Sihvonen & Era 2008, 136).

Tasapaino voidaan jaotella staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. **Staattinen tasapaino** tarkoittaa asennon säilyttämisen hallintaa ja **dynaaminen tasapaino** liikkeen aikana tapahtuvaa tasapainon hallintaa. Termit ovat melko epätarkkoja, sillä kehon asento harvoin, jos koskaan, on täysin muuttumaton, vaan sisältää lähes aina pientä huojuntaa. (Sandström & Ahonen 2011, 52.) Kaikki tasapainon korjaamiseen tarkoitettu toiminta voidaan siis mielestämme määritellä dynaamiseksi. Sandström ja Ahonen (2011, 52) esittävät että tasapaino voitaisiin jakaa kykyyn säädellä asentoa vakaalla ja liikkuvalla alustalla, tavoitteellisten liikkeiden aikana, sekä silloin kun ulkoiset voimat horjuttavat asentoa. Pitäydymme opinnäytetyössämme kuitenkin staattisen ja dynaamisen tasapainon käsitteissä, niiden epätarkkuudesta huolimatta.

2.2 Aistitieto tasapainon hallinnassa

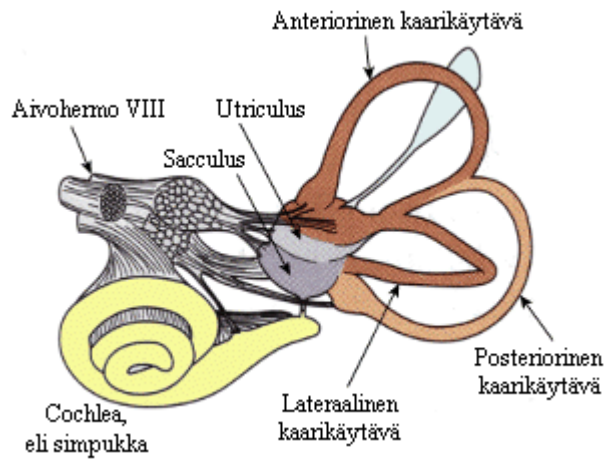
Tasapainoa sääteleviä aistijärjestelmiä ovat vestibulaarijärjestelmä, näköaisti ja somatosensoriikka (Pajala ym. 2008, 137). Vestibulaarijärjestelmällä tarkoitetaan sisäkorvassa sijaitsevien tasapainoelinten ja keskushermoston yhteistoimintaa. Näköaisti muodostuu silmän reseptorien ja hermoston yhteistoiminnasta.

Somatosensoriikka koostuu proprioseptiikasta, eli asentotunnosta, nosiseptiosta, eli kivun aistimisesta ja lämmön sekä kosketuksen aistimisesta. Somatosensoriikan osaluista tarkastelemme opinnäytetyömme teoriaosuudessa tarkemmin proprioseptiikkaa, joka aistii kehon ja raajojen asentoa ihonalaisten reseptorien ja hermoston yhteistoiminnalla. (Dougherty 2000)

2.2.1 Vestibulaarijärjestelmä tasapainon hallinnassa

Vestibulaarijärjestelmän tehtävänä on toimia pystyasennon vertailumallina, jonka suhteen kehon asennot ja tasapainoa säätelevät hermostolliset mallit suhteutetaan. Lisäksi vestibulaarijärjestelmä mukauttaa silmien liikkeitä pään liikkeisiin vestibulookulaarirefleksin avulla, vakauttaa pään asentoa suhteessa vartaloon vestibulokollikulaaristen refleksien avulla ja aktivoi tasapainon säätelyyn tarvittavia lihaksia vestibulospinaalisten refleksien avulla. Normaalisti vestibulaarijärjestelmän toimintaa ei huomaa mutta sen toiminnan häiriytyessä seurauksena voi olla huimausta ja näköoireita. (Sandström & Ahonen 2011, 28–29.)

Vestibulaarijärjestelmä aistii pään asentoa ja liikettä sisäkorvassa sijaitsevien tasapainoelinten (kuva 4) ja keskushermoston avulla. **Tasapainoelimä** on ihmisellä kaksi kappaletta, yksi symmetrisesti kummassakin sisäkorvassa. Ne sijaitsevat sisäkorvan kalvosokkelon sisällä. Tasapainoelin muodostaa kanavineen sisäkorvan simpukan kanssa endolymfanesteen täyttämän suljetun systeemin. (Stranding 2008, 636.)



Kuva 4. Vestibulaarijärjestelmän tasapainoelimet. (Thomas.Haslwanger)

Tasapainoelimet aistivat pään liikkeen muutoksia kaarikäytävien ja otoliittielimien avulla ja välittävät tietoa aivoille kahdeksannen aivohermon, nervus vestibulocochleariksen avulla, joka kiinnittyy hermopäätteillään viiteen erityiseen aistinalueeseen kaarikäytävissä ja otoliittielimissä. Kolme viidestä aistinalueesta sijaitsee kaarikäytävien ampulloissa ja kaksi otoliittielimissä, utriculuksessa ja sacculuksessa. (Stranding 2008, 636.) Tasapainoelimiä voisi verrata vatupassien toimintaan. Kummassakin sisäkorvassa on kolme kaarikäytävää, ja kaksi otoliittielintä, joiden sisällä ”vatupassien” neste on. Jos vatupassien neste on tasapainossa, keskushermosto päättelee asennon olevan vakaa. Jos vatupassien neste on epätasapainossa, keskushermosto päättelee pään olevan liikkeessä tai vinossa johonkin suuntaan. Vatupassien epätasapaino aiheuttaa refleksejä, jotka ohjaavat päätä ja sen vatupasseja tasapainoon lihastoiminnan avulla.

Kaarikäytäviä on kolme kappaletta, anteriorinen, posteriorinen ja lateraalinen kaarikäytävä. Ne sijaitsevat lähes kohtisuoraan toisiinsa nähden. Kaarikäytävien sisällä on endolymfanestettä. Jokaisen kaaritiehyen tyvessä on ampulla, joka sisältää värekarvalliset reseptorisolut ja hyytelömäistä massaa. Pään liiketilojen muutokset aiheuttavat endolymfanesteen paineen muutoksia, jotka värekarvalliset reseptorit aistivat. Kaaritiehyiden reseptorit aktivoituvat voimakkaimmin kiertoliikkeistä mutta reagoivat kaikkiin pään liikkeisiin. (Sandström & Ahonen 2011, 28.)

Otoliittielimet ovat kaksi kalvopussia sisäkorvassa, nimeltään pyöreä rakkula, eli sacculus ja soikea rakkula, eli utriculus. Ne yhdistyvät kapeilla kanavilla toisiinsa,

sisäkorvan ääniärsykyitä aistivaan simpukkaosaan ja kaaritiehyeisiin. Otoliihtielimet sisältävät samankaltaisia karvasoluja kuin kaaritiehiden ampullat. Karvasolujen muodostama ryhmä – macula – työntyy hyytelömäiseen otoliittikalvoon, joka sisältää otoliitteja – kalsiumkarbonaattikiteistä muodostuvia tasapainokiviä. Kun pää on pystyasennossa, otoliittikalvo on koko painollaan karvasolujen päällä. Kun pää kallistuu, otoliittikalvon paine karvasoluja vastaan muuttuu ja aistimus pään kallistuksesta syntyy. Otoliihtielimet mittaavat herkästi pään asentoa painovoiman suhteen, erityisesti pään ylös-alas- ja eteen-taakse suuntautuvia liikkeitä. (Sandström & Ahonen 2011, 28–29.)

Kahdeksas aivohermo, nervus vestibulocochlearis, välittää ärsykyket otoliittielimistä ja kaaritiehyeistä aivoihin. Ärsykyketä kulkeutuu ydinjatkeen pohjassa oleviin tasapainotumakkeisiin, joissa muodostuvat vestibulo-okulaari-, vestibulokollikulaari-, ja vestibulospinaaliset refleksit. Lisäksi tasapainotumakkeihin saapuu ärsykyketä proprioseptoreista, ihon tuntoreseptoreista, näköjärjestelmästä, lukuisilta isoavokuorialueilta ja pikkuaivoista. (Sandström & Ahonen 2011, 29.)

Vestibulo-okulaarirefleksit vakauttavat silmien liikkeet pään liikkeisiin liikkumisen yhteydessä. **Vestibulokollikulaariset refleksit** säätelevät pään asentoa suhteessa vartaloon yhdessä niskarefleksien kanssa. **Vestibulospinaaliset refleksit** säätelevät lihasjänteyttä tasapainon säätelyssä tarvittavissa lihaksissa. (Sandström & Ahonen 2011, 29.)

Tasapainotumakkeiden lisäksi vestibulaarihermon kuljettamia ärsykyketä ohjautuu talamukseen, pikkuaivoihin ja isoavokuoreen. Pikkuaivoissa tasapainoelintiedot ja niskan proprioseptiset ärsykyket yhdistyvät koko kehon asentoja ja tasapainoa sääteleviksi hermostollisiksi malleiksi. Isoavokuoreessa näkö- ja tasapainoelinaistimukset liitetään toisiinsa ja saadaan kokemus oman kehon liikkeistä. (Sandström & Ahonen 2011, 29.)

2.2.2 Näköaisti tasapainon hallinnassa

Näköaistin avulla ohjataan motoriikkaa ja saadaan tietoa ulkomaailmasta. Näköaistin aistinelin on silmä. Silmän tehtävä on kohdistaa linssijärjestelmänsä avulla ulkomaailmasta heijastuva valo laadultaan hyväksi kuvaksi verkkokalvolle.

Verkkokalvolla sijaitsevat reseptorit aistivat valon ja siirtävät sen hermosolujen avulla eteenpäin aivojen eri osiin. (Sandström & Ahonen 2011, 30.)

Näkökenttä on ulkomaailman osa, josta muodostuu kuva verkkokalvolle. Näköalue molemmista silmistä yhdistyy aivoissa yhdeksi, tarkan näön alueeksi näkökentän keskiosassa. Näkökentän reunoille jää yhden silmän kapeat, kuunsirppimäiset näköalueet, jotka ovat tärkeitä liikkumisen säätelyssä ja ympäristön tapahtumien seuraamisessa. Silmien liikkeessä ja ympäristön vaihtuessa jatkuvasti muuttuva näkökenttätieto yhdistyy aivojen työmuistissa saumattomaksi kokemukseksi. (Sandström & Ahonen 2011, 30.)

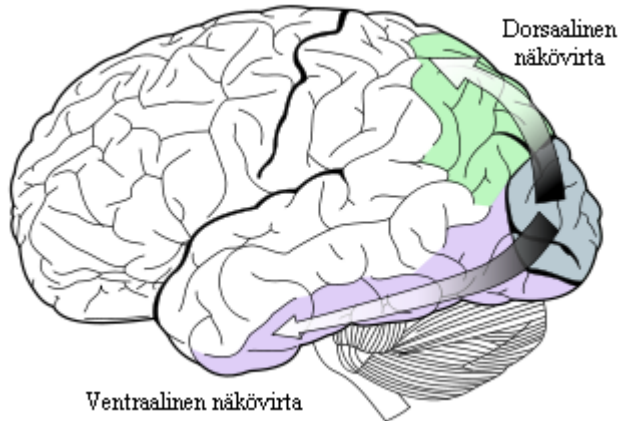
Näköaistimus syntyy kun valon hiukkaset, fotonit, kiinnittyvät verkkokalvon aistinsoluihin, sauva- ja tappisoluihin. Seurauksena on ketjureaktio, jossa fotonien energia muuttuu hermoärsykeiksi, jotka välittävät verkkokalvon gangliosoluihin. Gangliosoluja on verkkokalvolla ainakin 12:ta eri tyyppiä. Eri tyyppin gangliosolut keskittyvät eri asioihin näkökentän tulkitsemisessa. (Sandström & Ahonen 2011, 30.)

Gangliosolujen aksonit muodostavat näköhermot, joita pitkin näkö tieto kulkeutuu väliaivojen talamuksen kautta primaariselle näköaivokuorelle ja edelleen ainakin 30:lle eri aivokuoren alueelle. Aivokuoren alueet tuottavat pääosin opittujen havaintomallien pohjalta havaintoja näkemisen kohteen ominaisuuksista. (Sandström & Ahonen 2011, 30–31.)

Tasapainon ja liikkumisen säätelyn kannalta mielenkiintoisia ovat P- ja M-tyypin gangliosolut. **P-tyypin gangliosolut** muodostavat **ventraalisen näkövirran** (kuva 5), reagoimalla näkökentän väreihin, muotoihin ja yksityiskohtiin. Ventraalisen näkövirran ”mikä?”-kysymykseen vastaava näköaistintieto ohjautuu näkömuistitoiminnan alueille ohimolohkoihin, jossa kohteet ja niiden värit tunnistetaan. (Sandström & Ahonen 2011, 31.)

M-tyypin gangliosolut muodostavat **dorsaalisen näkövirran** (kuva 5), reagoimalla katsomisen kohteen liikkeeseen ja liikenopeuteen. Dorsaalinen näkövirta vastaa kysymyksiin ”missä?” ja ”miten?”. Näköaistintieto dorsaalissa näkövirrassa ohjautuu aivojen päälakilohkojen eri osiin, kehonkaavaa rakentaviin alueisiin, jotka ovat välttämättömiä oman kehon ja tilan kolmiulotteisuuden havaitsemiseksi.

Dorsaalista näkövirtaa tarvitaan silmän ja käden koordinaatiossa ja tilassa toimiessa ja liikkeessa, se sisältää myös ”peilisoluja”, joiden avulla voidaan ymmärtää muiden ihmisten tekemisiä ja opitaan taitoja havainnoimalla muita ihmisiä. (Sandström & Ahonen 2011, 31.)



Kuva 5. Ventraalinen ja dorsaalinen näkövirta. (LokalProfil)

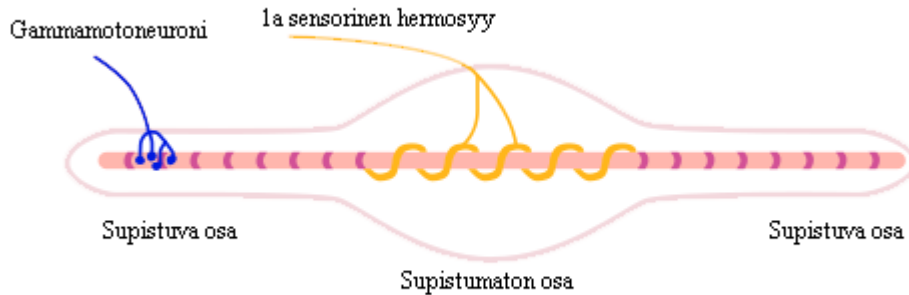
2.2.3 Proprioseptiikka tasapainon hallinnassa

Proprioseptiikka tarkoittaa jänteissä, nivelissä, sidekudoksessa ja poikkijuovaisissa lihaksissa sijaitsevien mekanoreseptoreiden avulla saatavaa tietoa kehonosien ja raajojen nivelten asennosta ja liikkeestä, sekä niihin vaikuttavista voimista. Lisäinformaatiota proprioseptiikkaan tuovat myös iholla sijaitsevat aistinreseptorit.

Poikkijuovaisten lihasten proprioseptiivisiä reseptoreita ovat **lihassukkulat** (kuva 6). Lihassukkuloiden tehtävänä on tuottaa tietoa lihaksen pituudesta ja kontraktion nopeudesta ja epäsuorasti myös nivelen asennosta. (Shaffer & Harrison 2007, 195.) Lihassukkulat ovat pieniä, 0,5–1,0 mm:n mittaisia aistinelimiä lihaksen sisällä. Lihassukkuloita on yhteensä noin 25 000 – 30 000 kappaletta. Lihassukkuloiden määrä vaihtelee lihaksittain, eniten niitä on niskan lihaksissa, noin 500 kappaletta lihasgrammaa kohden. (Sandström & Ahonen 2011, 35.)

Lihassukkulat sijaitsevat poikkijuovaisten lihasten lihassyiden vierellä, kulkien niiden suuntaisesti (Shaffer & Harrison 2007, 195) ja kiinnittyen päistään poikkijuovaisen lihaksen kalvoihin tai niihin ja jänteisiin. Lihassukkulat muodostuvat

sidekuduskapselista ja sen sisällä olevista intrafusaalisista säikeistä, silmän lasiaista muistuttavasta hyytelöstä, sekä hermopäätteistä. (Sandström & Ahonen 2011, 35.)



Kuva 6. Lihassukkulan rakenne. (Sbmehta)

Intrafusaaliset, eli kapselinsisäiset säikeet ovat supistuvia päistään ”polaarialueelta” ja venymättömiä keskeltä. Intrafusaalisia säikeitä voi olla 6–12 kappaletta lihassukkulaa kohti, riippuen lihaksesta. Intrafusaalisäikeitä on ainakin kolmea eri tyyppiä, tyypin yksi ja kaksi tumapussisyitä, sekä tumaketjusyitä. (Sandström & Ahonen 2011, 35.)

Tyypin yksi intrafusaalisäikeet, tumapussisytyt, mittaavat lihaksen pituuden muutoksia ja reagoivat pieniin, jopa 0,1 mm:n venytyksen muutoksiin. Tyypin yksi tumapussisytyt synaptoituvat lihassukkulan primaariin tuntopäätteeseen. Tyypin 2 tumapussisytyt ja tumaketjusytyt mittaavat lihaksen kunkin hetkistä pituutta synaptoitumalla lihassukkulan sekundaariseen tuntopäätteeseen. Lihaksen pituus vaihtelee liikkeen tai passiivisen venytyksen aikana, jolloin intrafusaalisten säikeiden pituus vaihtelee myös. Lihassukkulat välittävät tietoa intrafusaalisten säikeiden pituuden muutoksista keskushermostolle Ia- ja II-tyyppisten, myelinisoitujen hermosäikeiden välityksellä, jotka synaptoituvat selkäytimessä ”oman” lihaksensa ja synergisti-alfa-motoneuronien (Sandström & Ahonen 2011, 36), sekä selkäytimen inhibitoristen välineuronien kanssa (Shaffer & Harrison, 2007, 196). Mitä enemmän lihassukkula venyy, sitä enemmän se lähettää aistinärsykeitä selkäyttimeen. Lihassukkulan aistima lihaksen venytys voi aiheuttaa alfa-motoneuronien välityksellä synaptoituessaan monosynaptisen selkäydintason refleksin, joka aiheuttaa kohdelihaksen supistumisen. Esimerkkinä tästä on esimerkiksi patellaarirefleksi. (Sandström & Ahonen 2011, 35–36.) Jos synaptoituminen tapahtuu selkäytimen välineuronien kanssa, tapahtuu

selkäydinrefleksiä laajempi useiden lihasten fasilitaatio ja inhibitio, jolloin varmistetaan keskeytymätön ja koordinoitu liike. (Shaffer & Harrison, 2007, 196.)

Lihassukkuloita ja niiden intrafusaalisäikeitä voidaan keskushermostojohtoisesti ”herkistää”, niitä hermottavien gamma-motoneuroneiden välityksellä. Herkistäminen tapahtuu aktivoimalla lihassukkuloiden päiden polaarialueen sarkomeereja, eli venyttämällä intrafusaalisäikeitä. Keskushermosto voi herkistää tietyn alueen lihassukkuloiden tyypin 1 tumapussisyys, jolloin lihaksen pienet pituuden muutokset aistitaan sillä alueella tarkemmin. Esimerkiksi kehon spontaanin huojunnan korjaamisessa käytettävän nilkkastrategian kannalta lihassukkuloiden herkistäminen on tärkeä asia. (Sandström & Ahonen 2011, 36.)

Lihäs-jänne-liitoksessa sijaitsevat **golgin jänne-elimet** aistivat lihaksen supistusvoimaa mittaamalla jänteisiin kohdistuvaa kuormituksen muutosta, johon keskushermosto vastaa refleksitoiminnalla lihaksen toimintaa vähentävästi (Shaffer & Harrison 2007, 198), tai lisäävästi (Sandström & Ahonen 2011, 37). Golgin jänne-elimet ovat hyvin herkkiä venytykselle ja supistukselle, aistien alle gramman suuruisia muutoksia jänteen kuormituksessa (Shaffer & Harrison 2007, 198). Golgin jänne-elimet ovat noin millimetrin mittaisia kollageenisäikeitä. Lihaksen supistuessa myös golgin jänne-elimien kollageenisäikeet supistuvat ja painavat kasaan niiden välissä kulkevia vapaita tuntoaksonipäätteitä, aiheuttaen ärsykyttä. Vapaista tuntoaksonipäätteistä ärsykykset ohjautuvat selkäytimen välisoluihin, joilla on yhteys aivoihin ja supistuneen lihaksen, sekä sen synergistien ja antagonistien liikehermosoluihin. Nämä yhteydet voivat lisätä tai vähentää lihaksen supistusvoimaa. Golgin jänne-elimien merkitys nivelen asennon aistimisessa näyttää suurenevan kun lihas supistuu, tai kun sitä liikuttavaan kehonosaan lisätään painokuormitus. (Sandström & Ahonen 2011, 37.)

Nivelissä sijaitsevia proprioseptiivisiä reseptoreita ovat mm. pacinin ja ruffinin keräset, nivelten ligamenteissa sijaitsevat golgin jänne-elimien tapaiset reseptorit, sekä vapaat hermopäätteet. Pacinin keräset aistivat liikkeen aikana tapahtuvaa nopeaa mekaanista stimulaatiota, kuten vibraatiota. Ruffinin keräset aktivoituvat nivelen liikeradan ääripäässä ja aistivat lähinnä passiivista, ulkoapäin niveleen kohdistuvaa voimaa. Pacinin ja Ruffinin keräsiä sijaitsee myös iholla. Golgin jänne-elimien tapaiset, ligamenteissa sijaitsevat, toiminnaltaan vastaavat reseptorit käyttäytyvät

ligamenteissa kuten jänteissäkin sijaitsevat Golgin jänne-elimet, aistien ligamenttien kuormituksen muutoksia. Vapaat hermopäätteet nivelessä aistivat nivelen alueen kipua äärimmäisen mekaanisen stressin tai tulehdusreaktion aikana. Nivelessä sijaitsevat reseptorit aktivoituvat pääsääntöisesti liikeradan lopussa ja niiden merkitys proprioseptiikkaan on kyseenalainen, sillä niiden poistaminen tai anesteettisesti estäminen ei merkittävästi huononna liikkeen havaitsemista. Nivelreseptoreiden suurin merkitys proprioseptiikkaan saattaa olla lihassukkuloiden herkkyyden myötäilyssä välineuroneiden ja gammamotoneuroneiden välityksellä. (Shaffer & Harrison, 2007, 198.)

Ihon reseptorit tuovat esimerkiksi jalkapohjaan kohdistuvan paineen tuntemuksen avulla täydentävää tietoa asennosta ja painon jakautumisesta, sekä liikkeestä. Ihon reseptorien stimulointi saattaa lisätä lihasten refleksivastetta alfamotoneuronien ja lihasspindelien gammamotoneuronien välityksellä. (Shaffer & Harrison, 2007, 200.) Proprioseptiivista informaatiota ihon reseptoreista tuovat osa vapaista hermopäätteistä, meissnerin keräset, pacinin keräset ja ruffinin keräset. (Wigley 2008, 58–59.)

Vapaita hermopäätteitä on joka puolella elimistöä. Iholla **vapaat hermopäätteet** voivat olla erikoistuneet aistimaan lämpötilaa, kevyttä kosketusta ja kudoksia vaurioittavia mekaanisia tai termaalisia ärsykeitä. Proprioseptiikan kannalta tärkeimmät vapaat hermopäätteet ovat kevyen mekaanisen kosketuksen aistimiseen erikoistuneet vapaat hermopäätteet. Myös hiusfollikkeleihin on yhteydessä vapaita hermopäätteitä ja niiden avulla saadaan proprioseptiivistä tietoa ihokarvan tai hiuksen vaurioituessa tai liikkeessä esimerkiksi tuulen mukana. (Wigley 2008, 58–59.)

Meissnerin keräset ovat ärsykeisiin nopeasti sopeutuvia mekanoreseptoreita, joiden tehtävä on erottelu-, ja tunnustelutunto. Meissnerin keräset ovat tärkeitä esimerkiksi näkörajoitteisten braille-tekstiä lukiessa. Meissnerin keräsiä löytyy erityisesti karvattomilta alueilta käsistä ja jalkateristä, kyynärvarren anterioriselta puolelta, huulilta, silmäluomien reunojen sidekalvosta, sekä kielen limakalvolta ja kärjestä (Wigley 2008, 59.)

2.3 Hermoston toiminta tasapainon hallinnassa

Hermoston tehtävä on olla viestien välittäjä, tulkitsija ja säätelijä. Keskushermostoon tallentuvat opitut strategiat tasapainon säätelyssä. Tasapainon havaitsemiseen ja säätelyyn tarvitaan monia aivoalueita. Talamuksen taka-sivuosat, pikkuaivot ja insula-alue rakentavat ja ylläpitävät pystyasennon ylläpidossa tarvittavia sisäisiä malleja. Talamuksen taka-sivuosat ovat erityisen tärkeitä, sillä siellä yhdistyvät pystyasennosta viestivät aistitiedot. (Sandström & Ahonen 2011, 53.)

Seisoma-asennon huojuntaa korjataan selkäydintasolla ja supraspinaalitasolla. Tarkkaavaisuus, motivaatio ja aikomukset vaikuttavat huojunnan hallintamekanismeihin. Selkäydintasolla seisoma-asennon säätely tapahtuu toonisten venytysrefleksien avulla. Asentoa ylläpitävät lihakset, erityisesti alaraajoissa, ovat toonisia, eli jatkuvasti pienessä supistustilassa olevia. Toonisten lihasten lihassukkulat reagoivat eri voimien aiheuttamaan venymiseen välittämällä venytysärsykkeen tuntopäätteiden ja Ia-tyyppisen aksonin välityksellä selkäytimen liikehermosoluille. Selkäytimen liikehermosolut supistavat venyneen lihaksen ja siten korjaavat venytyksen aikaansaaman huojunnan. Selkäydinrefleksin voimakkuutta säädellään aivoista mm. presynaptisen inhibition avulla. Presynaptinen inhibitio vähentää tai estää selkäytimen liikehermosoluihin ohjautuvia ärsykeitä lihassukkulareseptoreilta. Lisäksi golgin jänne-elimet ja selkäytimen inhibitoriset välineuronit vaikuttavat refleksin toteutumiseen. (Sandström & Ahonen 2011, 54–57.)

Mikäli tooninen venytysrefleksi ei ole riittävä korjaamaan asentoa, siirrytään isojen aivojen ja aivorungon ohjaamiin, voimakkaampiin, useamman synapsin "asentoreflekseihin". Monisynaptinen "asentorefleksi" aikaansaa asentoa ylläpitävien lihasten toiminnan yhteenkytkeytymisen, jolloin muutkin kuin kehon huojunnan venyttämät lihakset supistuvat. (Sandström & Ahonen 2011, 57.)

Lisäksi huojunnan korjaamiseen käytetään vartalon lihasten ja raajojen proksimaalisten lihasten posturaalista tonusta. Posturaalinen tonus tarkoittaa lihasten vaihtelevansuuruista isometristä supistustilaa painovoiman venyttäessä lihaksia. Posturaalisen tonuksen syntymekanismista ei ole täyttä varmuutta mutta vaihtelut päin asennossa vaikuttavat siihen tasapainoelinrefleksien ja niskarefleksin kautta. (Sandström & Ahonen 2011, 57.)

2.4 Tuki- ja liikuntaelimityn toiminta tasapainon hallinnassa

Tuki- ja liikuntaelimityn toteuttaa hermoston antamia käskyjä tasapainon säilyttämiseksi. Pystyasennon hallinnan kannalta tärkeimmät lihasryhmät ovat vartalon ja alaraajojen ojentajat ja koukistajat sekä lonkan loitontajat. (Mänty ym. 2006, 7.) Pystyasentoa sadelln pääasiassa alaraajojen liikestrategioiden avulla. Lisäksi apuna käytetään käsi- ja pstrategioita, joissa käsien ja pään liikkeellä yritetään ohjata liike-energiaa ja säilyttää tasapaino (Sandström & Ahonen 2011, 170.)

Nilkkastrategia on alin strategia pystyasennon satelemiseksi. Mitä paremmin nilkkastrategia toimii, sitä vähemmän tarvitaan suuria tasapainoa korjaavia liikkeitä ylempänä kehossa. Nilkan liikkeet satelevt kehon asentoa sagittaali- ja frontaalitasoissa. Lisäksi horisontaalitasossa tapahtuu liikkeitä sekundaarisesti ylempänä liikeketjussa. Sagittaalitasoissa liikkeet, nilkan plantaari- ja dorsifleksioliikkeet, tapahtuvat talocruraalinivelen välityksellä. Frontaalitasoissa liikkeet, kantaluun inversio ja eversio, tapahtuvat subtalaarinivelen välityksellä. Lisäksi tapahtuu painonsiirtoa medio-lateraalisuunnassa, jolloin enemmän painoa kantavan alaraajan jalkaterä ja nilkka supinoituvat ja koko alaraaja ohjautuu sisäkiertoon. Vähemmän painoa kantavan alaraajan jalkaterä ja nilkka pronatoituu ja koko alaraaja ohjautuu ulkokiertoon. (Sandström & Ahonen 2011, 169–170.)

Lonkkastrategia otetaan käyttöön kun nilkkastrategia on riittämätön tasapainon ylläpitämiseksi ja tarvitaan isompia tasapainon satelyliikkeit. Lonkkastrategia on yleensä sagittaalitasoissa liike, jossa lantio liikkuu vastineena horjunnalle joko eteen tai taakse, pois luotisuoran linjasta. Myös sivusuuntainen liike voi tapahtua lonkkien abduktio- ja adduktioliikkeen myötä. Lonkkastrategiassa on riskinä lanneselän alueen rakenteisiin kohdistuva vääntö ja kuormitus, mikäli keskivartalon lihaksia ei käytetä optimaalisesti jarruttamaan lantion sagittaalitasoissa rotaatioita. (Sandström & Ahonen 2011, 170.)

Askeellusstrategia otetaan käyttöön kun pienempiä liikkeitä aikaansaavat tasapainon hallintastrategiat eivät riitä tasapainon säilyttämiseen. Askeellusstrategiassa henkilö ottaa askeleen johonkin suuntaan estääkseen kaatumisen. Nopea ja ketterä askellusstrategian käyttö on tärkeää turvallisuuden varmistamiseksi erityisesti liukkaalla alustalla. Ikääntyvien kuntoutuksessa erilaiset askellusharjoitukset ovat

tärkeitä harjoitteita, sillä niillä luodaan aivoihin valmiita liikemalleja päivittäisiä toimintoja varten. (Sandström & Ahonen 2011, 170.)

3 TASAPAINOA SÄÄTELEVIEN JÄRJESTELMIEN FYSIOLOGISET MUUTOKSET IKÄÄNTYESSÄ

Vanheneminen voidaan määrittää monisoluisten eliölajin yksilöiden ja niiden somaattisten elinten ja solujen vähittäiseksi muuttumiseksi, joka lopulta johtaa kuolemaan. Se voidaan myös määrittää iän mukana seuraavaksi fysiologisten toimintojen huononemiseksi, joka johtaa vähentyneeseen stressinsietokykyyn ja kasvavaan sairastumisalttiuteen. (Portin 2008, 312.) Kummatkin määritelmistä ovat osuvia ja määritelmistä riippumatta vanhenemiseen usein liitetään fyysisten ominaisuuksien heikkeneminen. On esitetty myös ajatus intra- ja interindividuaalisesta vanhenemisestä, jonka mukaan henkilöt ikääntyvät eri tahtia ja henkilön elinjärjestelmät vanhenevat eri tahtia riippuen henkilöstä ja hänen elämästään (Gallahue & Ozmun 2006, 371). Vanheneminen on siis yksilöllistä ja riippuu monesta eri tekijästä.

Ikääntyessä keskushermostolle välittyvän aistitiedon häiriöt lisääntyvät, johtuen aistinelinten rappeumamuutoksista, aivosolujen vähenemisestä ja biokemiallisten tai kardiovaskulaaristen ikämuutosten vaikutuksista aivosolujen toimintaan. Muuttunut, häiriösignaaleja sisältävä aisti-informaatio asettaa enemmän vaatimuksia keskushermoston käsittelykyvyille, joka osaltaan hidastuu. (Pajala ym. 2008, 149.)

Vaikka vanhuus itsessään ei ole erityisen suuri riski kaatumistapaturmalle, sen taustalla on iäkkäillä usein havaittuja riskejä kuten lihasheikkoutta, liikkumisongelmia tai tasapainovaikeuksia (Pajala ym. 2008, 153). Ikääntymisen fysiologisten muutosten lisäksi motoriseen suorituskykyyn, johon myös tasapainon hallinta kuuluu, vaikuttavat psykologiset ja ympäristölliset tekijät, tasapainoa vaativan tehtävän vaativuus, sairaudet, elintavat, ja näiden yhteisvaikutukset (Gallahue & Ozmun 2006, 392)

3.1 Vestibulaarijärjestelmän muutokset ikääntyessä

Vestibulaarijärjestelmän sisäkorvassa sijaitsevien tasapainoelimien rakenteet heikkenevät iän myötä. Rakenteellisen heikkenemisen vaikutuksesta itse järjestelmän

toimintaan ei tosin ole varmuutta. (Pajala ym. 2008, 138.) Vestibulaarijärjestelmässä tapahtuu reseptorisolujen menetystä ja rappeutumista vestibulaarijärjestelmän ja keskushermoston yhdistävissä hermosoluissa. (Gallahue & Ozmun 2006, 388.)

3.2 Näköaistin muutokset ikääntyessä

Näköaistin heikkenemiseen liittyy vahvasti silmän rakenteiden ja silmää liikuttavien lihasten rappeutuminen. Silmän cornea, eli sidekalvo, paksunee ja litistyy ja siihen muodostuu aaltomaisuutta ja epäsäännöllisyyksiä. Nämä muutokset vähentävät silmän linssille saapuvan valon määrää ja sen myötä näön tarkkuutta. Lisäksi silmän linssi samenee ja kellastuu, vaikuttaen aistittavan valon määrään ja sävyyn. Silmän adaptaatio, eli sopeutuminen eri valoisuuksille ja etäisyyksille heikkenee pupillia säätelevien lihasten hidastumisen ja heikkenemisen, sekä sauva- ja tappisolujen, eli valon eri aallonpituuksia aistivien solujen menetyksen myötä. Silmänliikuttajalihaksien heikentyminen heikentää ja hidastaa nopeasti liikkuvan objektin seurausta katseella. Sauva- ja tappisolujen menetys heikentää valoisuuseroihin sopeutumista. (Gallahue & Ozmun 2006, 385–386.) Häiritseväksi alkuen noin 45-vuoden iässä koettavia näköaistin muutoksia kutsutaan yleisesti **ikänäköisyydeksi**. Ensimmäinen koettu oire ikänäöstä on katseen lähelle mukauttamisen vaikeus. Kaukotaitteisesti näkevät henkilöt kokevat muutokset yleensä häiritseväksi aiemmin ja lievästi likitaitteisesti näkevät myöhemmin. (Hyvärinen 2008, 171.)

Näköaistin merkitys asennonhallinnassa voi ikääntyessä suhteellisesti korostua muiden tasapainon hallinnan prosessien heikkenemisen myötä. (Pajala ym. 2008, 138.) Toisaalta on myös tutkimustuloksia siitä, että proprioseptiikan häiriöt vaikuttavat ikääntyneillä tasapainoon enemmän kuin näköhäiriöt (Shaffer & Harrison 2007, 203).

3.3 Proprioseptiikan muutokset ikääntyessä

Proprioseptiset muutokset ikääntyessä voidaan jakaa rakenteellisiin kudosuutoksiin ja kliinisesti arvioitaviin toiminnan muutoksiin.

Ikääntymisen myötä lihassukkuloiden kapseli paksunee ja läpimitta pienenee ainakin osassa lihaksia. Myös lihassukkuloiden intrafusaalisten säikeiden määrä vähenee osassa lihaksista. Lisäksi lihassukkuloiden intrafusaalisten säikeiden rakenneosan, myosiinin, rakenne muuttuu ikääntyessä mutta ei välttämättä kaikissa säietyypeissä. Lihassukkuloiden rakenteen muutokset saattavat heikentää proprioseptiivista aistinherkkyyttä niissä lihaksissa joissa muutoksia tapahtuu. Lihassukkuloiden ikääntymiseen liittyvät muutokset saattavat rajautua tiettyihin lihaksiin ja on epäilty että tämä johtuu hermokudoksen paikallisesta menetyksestä. (Shaffer & Harrison 2007, 196–197.)

Shaffer & Harrison (2007, 198) viittaavat ainoastaan kahteen tutkimukseen nivelreseptorien muutoksista ikääntyessä, toisessa, ihmisillä tehdyssä tutkimuksessa huomattiin että kaikkien proprioseptiivisten nivelreseptorien määrä vähenee ikääntyessä, tutkimuskohteena oli olkapääleikkausta odottavien eri-ikäisten henkilöiden coracoacromiaaliset ligamentit ja niissä esiintyvät proprioseptiset reseptorit. Tutkimuksen otoskoko tosin oli niin pieni että siitä tuskin voi vetää suuria johtopäätöksiä. Toisessa Shafferin ja Harrisonin viittaamassa tutkimuksessa tutkittiin jänisten ACL- eli polven anteriorista ristisidettä ja huomattiin että iäkkäämmillä jäniksillä proprioseptiivisten nivelreseptorien määrä väheni ja niiden rakenteessa oli epäsäännöllisyyksiä. (Shaffer & Harrison 2007, 198.)

Kliinisesti arvioituna ikääntyessä asentotunto heikkenee, erityisesti raajojen ääreisosissa ja tiettyjen nivelten osalta (Shaffer & Harrison 2007, 199). Shaffer & Harrison (2007, 198) viittaavat Verschueren ym. (2002) tutkimukseen, jossa osoitettiin että ikääntyneet testihenkilöt arvioivat raajansa asentoa heikommin kuin nuoremmat, arviossa oli suurempia vaihteluita eri testauskertojen välillä ja asentoon lisätty vibraatio lisäsi virhearvion määrää ikääntyneillä tutkittavilla mutta ei nuoremmilla. On myös tutkimustuloksia siitä että osittainen kehonpainon kuormitus saattaa vaikuttaa ikääntyneillä polvinivelen asentotuntoa heikentävästi. Täysi kehonpainon kuormitus polvinivelelle ei ollut tuonut havaittavia eroja asentotunnossa ikääntyneen testiryhmän ja nuoremman verrokkiryhmän välille mutta osittainen kuormitus oli heikentänyt asentotuntoa ikääntyneillä. Asentotunnon erojen puuttuminen täydessä kuormituksessa nuorten ja ikääntyneiden testattavien välillä

saattaa olla seurausta siitä, että täyspainokuormitus lisää afferentin proprioseptiivisen informaation määrää. (Shaffer & Harrison 2007, 199.)

3.4 Hermoston muutokset ikääntyessä

Eläinkokeissa on osoitettu että perifeeristen hermojen, erityisesti myelinisoitujen hermojen johtonopeus, läpimitta ja määrä vähenee ikääntyessä atrofian seurauksena. (Shaffer & Harrison 2007, 202.) Myös neurotrofiinien, hermosolujen hengissä pysymistä ja synapsiyhteyksien muodostumista tukevien polypeptidien pitoisuus hermojen ympärillä vähenee ikääntyessä. (Shaffer & Harrison 2007, 203.)

Keskushermostollisen prosessoinnin muutoksilla näyttää olevan suurempi merkitys ikääntyneiden tasapainon säätelyyn, kuin tasapainon yksittäisten säätelyjärjestelmien muutoksilla (Pajala ym. 2008, 138–139). Vaikka liikehermosolujen johtonopeus hidastuu ja nopeiden liikehermosolujen määrä vähenee ikääntymisen myötä, (Sipilä, Rantanen & Tiainen 2008, 114) näiden asioiden yhteyttä havaintojen pohjalta tehtävien motoristen toimintojen prosessin merkittävään hidastumiseen ei ole osoitettu. (Pajala ym. 2008, 149.)

Psykomotorisista ja kognitiivisista toiminnoista suoriutuminen heikkenee ikääntyneillä keskushermostoa kuormittavissa tilanteissa enemmän kuin nuorilla. Kävelyn ja seisomisen säätelyssä tarvitaan jatkuvaa keskushermostollista kontrollia, vaikka ne ovatkin hyvin automatisoituneita toimintoja. Iän myötä heikkenevä keskushermoston suorituskyky voi siis heikentää tasapainokykyä merkittävästi. (Pajala ym. 2008, 139.)

Ikääntyneiden keskushermoston suorituskyvyn heikkeneminen tulee esiin erityisesti ns. dual-task -tilanteissa, joissa esimerkiksi tasapainoilua vaativan tehtävän yhteydessä suoritetaan toista keskushermoston kontrollia vaativaa tehtävää, vaikkapa keskustellaan. Suorituskyvyn heikkenemisen selitykseksi dual-task -tilanteissa on esitetty toimintojen suorittamiseen käytettävien, mahdollisesti heikentyneiden ja osin molempiin tehtäviin käytettävien resurssien jakamista. Toinen selitysmalli on että yhtä tehtävää saatetaan korostaa tärkeydessä toisen kustannuksella. (Pajala ym. 2008, 139.)

3.5 Tuki- ja liikuntaelimestön muutokset ikääntyessä

Lihassoima pysyy suhteellisen muuttumattomana 50 ikävuoteen saakka, mikäli elintavoissa ja fyysisessä aktiivisuudessa ei tapahdu suuria muutoksia. Sen jälkeen lihasvoiman on todettu heikentyvän vähitellen, heikentymisen nopeutuessa erityisesti 60 ikävuodesta eteenpäin. Maksimivoima heikentyy 50 ikävuodesta alkaen noin 1 % vuosivauhtia ja 65 ikävuoden jälkeen noin 1,5–2 % vuodessa. Muutoksia tapahtuu myös lihasten nopeassa voimantuottotehossa (voima x liikenoisuus), jonka on havaittu heikentyvän 65 ikävuoden jälkeen jopa 10–30 % maksimivoimaa enemmän. (Mäntä ym. 2006, 7.)

Lihasten nopean voimantuoton heikkenemisen taustalla on luultavasti osaltaan nopeiden lihassolujen koon pieneneminen ja hitaiden lihassolujen suhteellisesti suurempi osuus kuin nuoremmilla. Hitaiden lihassolujen suurempi osuus saattaa selittyä nopeita lihassoluja hermottavan liikehermosolun kuolemalla ja sen vastuualueen nopeiden lihassolujen muuntumisella hitaiksi lihassoluiksi, hitaan hermosolun ottaessa vähitellen vastuun niistä. (Sipilä, ym. 2008, 113–114) Lihassolut pystyvät siis muuttamaan tyyppiään niitä hermottavan hermosolun tyyppiin mukaan. Horjahdusliikkeiden korjaaminen vaatii erityisesti nopeita korjausliikkeitä (Sipilä ym. 2008, 114) ja siksi nopeiden motoristen yksiköiden menetys saattaa heikentää tasapainoa.

Ikääntymisen myötä lihaksissa tapahtuu **sarkopeniaa**, jossa lihaskudosta menetetään ja sen tilalle tulee side- ja rasvakudosta. Tyypillistä sarkopeniassa on myös lihasta hermottavien liikehermosolujen menettäminen. Sekä nopeissa että hitaissa lihassoluissa tapahtuu palautumattomia soluvaurioita ja sen seurauksena niiden lukumäärän vähenemistä. Lihassoluja menetetään myös niitä hermottavan liikehermosolun kuollessa. Sarkopenian taustalla voi olla moniin sairauksiin liittyvä tulehdusreaktio, hormonitasojen lasku, kehon lisääntyvän rasvoittumisen mukanaan tuoma insuliiniresistenssi, sekä fyysisen aktiivisuuden lasku ja proteiinin saannin vähyys. Seurauksena sarkopeniasta on lihasheikkoutta ja lihasten metabolisen reservin vähenemistä. (Sipilä ym. 2008, 113.)

Ikääntymisen myötä tapahtuvien kehon koostumuksen muutosten myötä kehon painopiste voi siirtyä eteenpäin, epäedulliseksi asennonhallinnan kannalta (Pajala ym.

2008, 137–138). Iän myötä selkärangan välilevyjen vesipitoisuus, sekä nikamien mineraalipitoisuus alenee, jonka johdosta henkilön pituus vähenee (Gallahue & Ozmun 2006, 374). Pituus vähenee yli 60-vuotiailla keskimäärin kaksi senttimetriä kymmenessä vuodessa. Naisilla pituuden menetys on nopeampaa ja sitä tapahtuu miehiä enemmän. Pituuden vähenemiseen todennäköisesti vaikuttavia tekijöitä ovat perimä ja erityisesti kasvuiän ravinto- ja elintapatekijät. Myös myöhemmin vanhuudessa ravinto mahdollisesti vaikuttaa pituuden alenemisnopeuteen. Ikääntyessä mahdollisesti ilmaantuvat ryhdin muutokset voivat johtua nikamien luukadon ja välilevyjen kokoonpuristumisen lisäksi nikamia tukevien nivelsiteiden löystymisestä. Erityisesti selkärangan kyfoosi saattaa lisääntyä, jolloin asento ohjautuu etukumaraksi. (Suominen 2008, 96–97.) Suominen (2008, 100) esittää, että kehon koostumuksen muutokset ovat ainakin osaksi yhteydessä fyysisen aktiivisuuden vähenemiseen.

Etukumara asento voidaan selittää myös tasapainon alimpien korjausstrategioiden tarkkuuden menettämällä, jolloin ylemmät korjausstrategiat otetaan käyttöön. Etukumara asento voi olla merkki ylempien tasapainon korjausstrategioiden aktivoitumisesta. (Sandström, Ahonen, 2011, 170.)

4 LIIKUNTA JA IKÄÄNTYMINEN

Fyysisellä harjoittelulla vaikutetaan kaatumisten sisäisiin vaaratekijöihin, kuten heikentyneeseen lihasvoimaan ja liikkumiskykyyn. Howe ym. (2011, 11–13) mukaan parhaat näyttöön perustuvat harjoitusmuodot tasapainon parantamiseksi iäkkäällä väestöllä olivat kävely, voimaharjoittelu, tasapainoharjoittelu, koordinaatiivinen harjoittelu, toiminnallinen harjoittelu ja avaruudellinen harjoittelu, kuten tanssi ja taiji.

Fyysisen harjoittelun voimaominaisuuksien kehittyminen jakautuu ajallisesti kahteen vaiheeseen. Voiman lisääntyminen harjoittelun vaikutuksesta tapahtuu aluksi hermostollisen adaptaation kautta ja myöhemmin lihaksen hypertrofian kautta. Hermostollinen adaptaatio on motoristen yksiköiden käytön tehostumista lihaksen aktivoitumisessa ja se näkyy voiman lisääntymisenä, vaikka lihas ei kasva kokoa. Lihaksen hypertrofia eli lihassolujen koon kasvaminen alkaa lisääntyä selkeästi vasta hermostollisen adaptaation jälkeen, noin 3–5 viikon kuluttua säännöllisen harjoittelun aloittamisesta. Yleensä lihaksen hypertrofia syrjäyttää hermostollisen adaptaation etenemisvauhdissa noin kuuden viikon jälkeen harjoittelun aloittamisesta. (Plowman

& Smith 2008, 557; Bandy, Lovelace-Chandler & McKittrick-Bandy 1990, 252–253; Moritani & DeVries 1979, 115–130.) Opinnäytetyössämme 8 viikon harjoittelujakso pidettiin vähimmäisvaatimuksena sille, että päästään hyvin arvioimaan harjoittelun kokonaisvaikutusta.

4.1 Tasapainon edistämiseen tähtäävä harjoittelu iäkkäillä

Tasapainoharjoittelun tarkoitus on kehittää vestibulaarista toimintaa ja proprioseptiikkaa. Tasapainon ylläpitäminen perustuu kykyyn kontrolloida tietoa tasapainoon vaikuttavista elimistä, joita ovat tasapainoelimet, silmät ja proprioseptiset reseptorit. Harjoittelussa pyritään haastamaan tasapainojärjestelmiä erilaisten asentojen ylläpitämisen kautta, vähentämällä tukipintoja tai esimerkiksi sulkemalla silmät harjoituksessa. Tasapainon avulla ylläpidetään kontrolloitua kehon asentoa, kun sitä horjutetaan. (Capezuti, Siegler & Mezey 2008; Bushman 2011, 156.)

Tasapainoharjoittelun on todettu parantavan ikääntyvien staattista ja dynaamista tasapainoa, sekä liikevarmuutta tilastollisesti merkittävästi (Mohammad 2004, 1151–1153; Silsupadol, Shumway-Cook, Lugade, van Donkelaar, Chou, Mayr & Woollacott 2009, 384; Howe, Rochester, Jackson, Banks & Blair 2008, 19). Opinnäytetyömme harjoitteluintervention tasapainoharjoitteluryhmässä pyrittiin kehittämään osallistujien staattista ja dynaamista tasapainoa. Tasapainokykyä haastettiin asentoa ylläpitävissä tehtävissä ja liikkeen hallitsemista vaativissa tehtävissä. Liitteessä 1 esiteltyjä harjoitteita pyrittiin vaikeuttamaan progressiivisesti mm. instabiileilla alustoilla, tukipisteitä vähentämällä ja käyttämällä pienempiä tukipintoja.

4.2 Toiminnallinen harjoittelu tasapainon edistäjänä iäkkäillä

Toiminnallinen harjoittelu sisältää useiden lihasryhmien ja raajojen yhteistoimintaa. Toiminnallinen harjoittelu tapahtuu monessa liiketasossa, verrattuna eriytettyyn yhden lihaksen harjoittamiseen toistoliikkeillä. Toiminnallinen harjoittelu hyödyntää eri alustoja, eri liikkeen tasoja ja koko vartaloa käyttäviä liikkeitä. Toisaalta kaikki liike on toimintaa ja siksi toiminnallinen harjoittelu on aina suhteutettava harjoitteluksi, joka tähtää tiettyyn tavoitteeseen tai käytännön toimintaan useiden lihastoimintojen ja liikeketjujen yhdistämisen kautta. (Gambetta 2007, 3-4.)

Toiminnallisella harjoittelulla on saatu pysyviä vaikutuksia dynaamiseen ja staattiseen tasapainoon 12 kuukauden seurannassa (Bird, Hill, Ball, Hetherington & Williams 2010, 3). Tulokset ovat samansuuntaisia kuin Howe ym. (2008, 19) Cochrane-katsauksessa ja Skelton ym. (2003, 80) katsauksessa todetut.

Opinnäytetyömme harjoitusintervention toiminnallisen harjoittelun ryhmässä tehtiin liikkuvuusharjoitteita, kehonhallintaharjoitteita, omalla kehonpainolla tapahtuvaa toiminnallista voimaharjoittelua tuettuna ja ilman tukea, sekä lisäksi keskivartalon staattisia ja dynaamisia harjoitteita. Toiminnallisen harjoitteluryhmän harjoitteet löytyvät liitteestä 1.

4.3 Voimaharjoittelu tasapainon edistäjänä iäkkäillä

Voimaharjoittelu on isoitua ja yleensä yhteen lihakseen tai lihasryhmään eriytettyä toistoharjoittelua. Voimaharjoittelun päämäärä on kasvattaa lihaksen kokoa ja voimaa perusvoimatason ylittävällä rasituksella aikaansaataavalla harjoitusvasteella. Voimaharjoittelussa pyritään nousujohteisesti lisäämään vastusta, jolloin elimistö pyrkii adaptoitumaan raskaamman vastuksen sietämiseen. Harjoitusvastuksen pitää olla koko ajan perusvoimatason ylittävä, jotta lihaksen ja lihas-hermojärjestelmän kehitystä tapahtuu tämän niin sanotun superkompensaation kautta. (Zatsiorsky & Kraemer 1995, 4–5.)

Alaraajojen voimaharjoittelulla on voimantuoton lisääntymisen lisäksi havaittu tilastollisesti merkittävää kehitystä ikääntyvien dynaamisessa tasapainossa (Howe ym. 2008, 19) ja TUG-testillä mitattuna (Hess & Woollacott 2005, 588), mutta Sihvosen (2004, 19) mukaan kirjallisuudessa esitetään myös ristiriitaisia tuloksia voimaharjoittelun vaikutuksesta tasapainoon ja toimintakykyyn, mikäli harjoitukset eivät ole yhteydessä tasapainon kontrolloimiseen.

Opinnäytetyömme harjoitusintervention voimaharjoitteluryhmässä keskityttiin jokapäiväiseen toimintakykyyn ja liikkumiseen tarvittavien lihasten vahvistamiseen vastusharjoittelulla. Harjoittelu kohdistui ranteen, kyynärvarren, olkapään, keskivartalon, lantion, polven ja nilkan toimintaan vaikuttaviin lihaksiin. Voimaharjoitteluryhmän harjoitteet löytyvät liitteestä 1.

5 TASAPAINON MITTAAMINEN

Tasapainon arvioinnissa pyritään saamaan kvantitatiivisia arvoja kyvystä ylläpitää massakeskipistettä vakaana suhteessa alustaan. Arvioinnissa mitataan henkilön tasapainon kehittymistä ja arvioidaan eri interventioiden vaikutusta tasapainoon tutkimuskäytössä ja käytännössä. (Alexander 1994, 93–108; Woollacot & Shumway-Cook 1996, cit. Sihvonen 2004, 10.)

Kirjallisuus esittää toiminnallisen tasapainon mittaamiseen jopa 17 erilaista mittaria. Näistä 17:sta mittarista ”Timed Up and Go” –testi (TUG) ja Bergin tasapainotesti ovat tutkituimmat, luotettavimmat ja eniten käytetyt (Langley & Macintosh 2007, 4–8). Toiminnallisten mittarien lisäksi voidaan käyttää kvantitatiivisia staattista asentoa mittaavia mittareita, joista käytetään yleisesti nimitystä staattinen posturografia. Staattinen posturografia perustuu paineen keskipisteen muuttumiseen mittalevyn päällä, liikesensoreihin tai elektromyografi mittauksiin. (Bloem 2003, 295–336.)

5.1 Timed up and go -testi (TUG)

TUG-testi kehitettiin kliiniseksi mittariksi vanhusten tasapainon arviointiin. Testin suorituksessa mitattava nousee tuolilta, kävelee omaa tahtiaan kolmen metrin matkan, kääntyy takaisin ja kävelee takaisin tuolille istumaan. Terapeutti antaa arvion asteikolla 1–5 vanhuksen riskille kaatua kävelytestin aikana. (Mathias ym. 1986, cit. Steffen, Hacker & Mollinger 2002, 130.) Tutkimuksessa käytimme Podsiadlon ja Richardsonin modifioitua TUG-testiä (Podsiadlo & Richardson 1991, cit. Steffen ym. 2002, 130), jossa suorituksesta otetaan aika. Ajan mittaaminen aloitetaan, kun testihenkilön selkä irtoaa tuolin selkänojasta ja lopetetaan kun selkä koskettaa tuolin selkänojaa.

TUG-testillä mitataan dynaamista, eli liikkeessä havainnoitavaa tasapainon osa-aluetta ja toiminnallista liikkuvuutta. Shumway-Cook, Brauer & Woollacott (2000, 902) mukaan testi on sensitiivinen ja spesifi tasapainoa arvioiva toimintatesti osoittamaan henkilöt, joilla on kohonnut kaatumisriski, eikä siihen vaikuta samanaikainen toissijaisen tehtävän antaminen, jossa häiritäisiin keskittymistä kognitiivisella tasolla (laskutoimitus), tai toisella samanaikaisella tehtävällä (vesilasin kantaminen). Myös uusintamittausten reliabiliteetti on TUG-testissä havaittu hyväksi. Testattava voi

käyttää kävelyyn apuvälinettä, kuten keppiä tai rollaattoria. Testissä mitataan siihen kuluva aika ja sen perusteella määräytyy testitulos. Mitä vähemmän testiin kuluu aikaa, sen parempi on tulos. (Shumway-Cook ym. 2000, 901; Steffen ym. 2002, 131.)

TUG-testin suoritusajan on todettu korreloivan kaatumisriskin kanssa. Yli 14 sekunnin testiaika ennustaa korkeaa kaatumisriskiä vanhukselle, joka elää itsenäisesti ja jolla ei ole taustalla neurologisia sairauksia. Podsiadlon ja Richardsonin määritelmän mukaan yli 30 sekuntia TUG-testin suorittamisessa ennustaa kaatumisriskiä vanhuksilla joilla on myös neurologisia sairauksia. (Shumway-Cook ym. 2000, 901.) Nordin, Lindelo, Rosendahl, Jensen & Lundin-Olsson (2008, 444) mukaan alle 15 sekunnin testiaika viittaa pieneen kaatumisriskiin päivittäisissä toiminnoissa.

5.2 Metitur Oy:n Good Balance -laite

Good Balance -järjestelmä koostuu tasasivuisen kolmion muotoisen voimalevyn lisäksi voimavahvistimesta ja vahvistimelta tulevat jännitesignaalit numeeriseen muotoon muuttavasta analogi/digitaalimuuntimesta. Järjestelmän tietokoneohjelmisto toimii Microsoft Windows käyttöjärjestelmässä. Tasapainon mittaus perustuu seisoma-alustaan kohdistuvien pystysuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin. Näitä voimia mitataan voimalevyn kuhunkin kärkeen sijoitetun anturin avulla. Jokaisesta kolmesta anturista saatava voimasignaali muutetaan numeeriseen muotoon 50 Hz taajuudella ja siirretään sarjaväylän kautta ensin tietokoneen keskusmuistiin ja mittauksen loputtua kiintolevyille. (Metitur Oy 2003.)

Good Balance -tasapainolevyllä voidaan mitata staattista, eli asennon säilyttämisessä havaittavaa tasapainon osa-aluetta. Testitilanteessa testattava seisoo paikallaan 30 sekunnin ajan, jonka aikana laite mittaa testattavan painopisteen siirtymistä laitteen mittakeskipisteeseen nähden. Tasapainoanturi antaa luotettavat tulokset 60 ikävuodesta ylöspäin (Era, Sainio, Koskinen, Haavisto, Vaara, & Aromaa. 2006, 209) ja se on osoitettu hyväksi kaatumisriskin arviointivälineeksi jopa ikäihmisillä joilla ei ole kaatumishistoriaa, tai selkeitä tasapaino-ongelmia (Pajala, Era, Koskenvuori, Kaprio, Törmäkangas & Rantanen. 2008, 174).

Metitur Good Balance-laitteella saadaan monia eri mittalukuja, joista keskimääräinen x- ja y-nopeus, vauhtimomentti ja 0–100 pisteytys valittiin laitteen kehittäjän kanssa

käydyn puhelinkeskustelun perusteella mitattaviksi suureiksi (Era 15.12.2010). Keskimääräinen x-nopeus kertoo painekeskipisteen keskimääräisen nopeuden (mm/s) sivusuunnassa ja y-nopeus eteen-taakse-suunnassa. Vauhtimomentti kuvaa pyyhkäisyypinta-alaa (mm²/s). Vauhtimomentin arvoon vaikuttaa sekä kunkin hetkinen painekeskipisteen liikkeen nopeus, että etäisyys koko suorituksen keskipisteestä. Edellämainittujen mittalukujen pieneneminen kertoo tuloksen paranemisesta. (Metitur Oy 2003.)

6 TUTKIMUSONGELMAT

Opinnäytetyömme tutkimusongelmina on tutkia, miten kolme eri harjoitusmenetelmää vaikuttaa ikääntyvien tasapainoon. Lisäksi tavoitteena on selvittää onko harjoitusmuotojen välillä eroja tasapainon kehittymisessä. Tulosten avulla pyritään etsimään hyviä ja helposti toteutettavia harjoitusmuotoja ikääntyville.

1. Millainen vaikutus toiminnallisella harjoittelulla on tasapainoon?
2. Millainen vaikutus tasapainoa edistävällä harjoittelulla on tasapainoon?
3. Millainen vaikutus voimaharjoittelulla on tasapainoon?
4. Miten tasapainotestien tulokset eroavat toisistaan ryhmien välillä?

7 TUTKIMUKSEN SUUNNITTELU

7.1 Testiryhmien valinta

Ikääntyneet Kotkan kotihoidon asiakkaat jaettiin kaupunginosien mukaan ryhmiin, joista kotihoidon työntekijät valitsivat harjoitteluryhmiin osallistujat. Perusteina tutkimukseen ja harjoitteluryhmiin osallistumiselle olivat halukkuus ja mahdollisuus osallistumiseen sekä kotihoidon työntekijöiden näkemys siitä, kuka voisi hyötyä niihin osallistumisesta. Lääkäri tutki kaikki kotihoidon työntekijöiden valitsemat osallistujat ja antoi lopullisen luvan osallistua harjoitteluun.

7.2 Mittareiden valinta

Tutkimukseen valittiin kirjallisuudesta mittarit, joilla voidaan mitata tasapainoa luotettavasti ja helposti. Tasapainon mittaaminen jaettiin dynaamiseen ja staattiseen tasapainoon. Dynaamisen tasapainon mittaamiseen valittiin TUG-testi, koska se vie vähemmän aikaa ja vaatii vähemmän lisävälineitä kuin Bergin tasapainotesti (Langley & Macintosh 2007, 4–8). Staattinen tasapaino mitattiin Metitur Oy:n Good Balance tasapainolevyllä, koska se oli saatavilla tutkimukselle KyAMK:n lihaskunto ja tasapaino –hankkeen (Litas) kautta.

7.3 Harjoitusinterventioiden valinta

Opinnäytetyötä varten valittiin kolme harjoitusinterventiota, jotka olivat uusimman ikääntyvien tasapainoharjoittelua käsittelevän Howe ym. (2011, 22–26) Cochrane-kirjallisuuskatsauksen valossa tuloksekkaita ja mahdollisimman paljon toisiaan poissulkevia, jotta erot harjoitusinterventioiden välillä olisi paremmin tutkittavissa. Tutkimusasetelmaan valittiin tasapainoharjoittelu, voimaharjoittelu ja toiminnallinen harjoittelu, joita oli tarkoitus vertailla tasapainoa arvioivilla mittareilla. Harjoitusryhmien ohjaajat määrittivät harjoitustensa sisällön niin, että tasapainoharjoitteet keskittyivät asennon ylläpitämiseen ja liikkeen hallintaan, toiminnalliset harjoitteet liikkuvuuteen ja toiminnalliseen kehonhallintaan ja voimaharjoitteet vastusharjoitteluun.

7.4 Tutkimuksen toteutuksen suunnittelu

Tieto tutkimuksesta välitettiin mahdollisille tutkimukseen osallistujille Kotkan kotihoidon henkilökunnan toimesta. Mahdollisille tutkimukseen osallistujille päätettiin soittaa ja kertoa samalla tutkimuksen tarkoituksesta ja kulusta, sekä kartoittaa tutkimukseen osallistumishalukkuutta.

Mittauksiin ja harjoitusinterventioihin kulkemisen tueksi tarjoutui mahdollisuus Kotkan kaupungin tukemiin taksikyyteihin, kyydin tarvetta kysyttiin puhelinkeskustelun yhteydessä. Tarvittava aineisto, osallistujien syntymäaika, pituus ja paino saatiin etukäteen paperilla ja varmistettiin alkumittausten yhteydessä.

7.5 Tutkimuksen eettisyys

Pyrimme työssämme tutkijoina noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluvat tiedeyhteisön tunnustamat toimintatavat, kuten rehellisyys, yleinen huolellisuus ja tarkkuus sekä tutkimustyössä, että siihen liittyvässä raportoinnissa. Tiedonhankinta- ja tutkimusmenetelmien tulee olla eettisesti kestäviä ja tulosten tarkastelu avointa. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2011.) Opinnäytetyön tekijöillä, ohjaajilla ja avustajilla ei tiedettävästi ole sidonnaisuuksia testattaviin. Opinnäytetyötä varten saatiin Kotkan kaupungilta liitteenä 2 löytyvä tutkimuslupa.

Testihenkilöt olivat lääkärin tutkimukseen hyväksymiä ja heillä oli mahdollisuus päättää itse tutkimukseen osallistumisestaan. Testihenkilöiden nimiä käytettiin vain mittaustilanteissa, jotta heidän testituloksiaan saatiin verrattua. Tulosten käsittelyssä testihenkilöiden oikeita nimiä ei enää käytetty ja esitetolomakkeet hävitettiin silppuamalla, kun tiedot saatiin kerättyä ja järjestettyä. Mittauksia varten saadut mitattavien henkilötiedot pidettiin salassa ja hävitettiin asianmukaisesti opinnäytetyön ohjaajien valvomana heti niiden käytyä tarpeettomiksi tutkimuksen kannalta. Käsitellyistä tuloksista ei voi saada selville osallistujien nimiä tai muita henkilötietoja sukupuolta ja kronologista ikää lukuun ottamatta. Mittaajat ja ohjaajat ovat tehneet vaitiololupauksen tutkimuksessa käsitellyistä mahdollisesti arkaluontoisista tiedoista.

Testaus- ja harjoittelutilanteet pyrittiin tekemään mahdollisimman turvalliseksi tutkimuksiin osallistujille. TUG-testissä mahdollista kaatumista pyrittiin estämään kulkemalla testihenkilön vierellä testin ajan. Tasapainolevymittauksessa testattavan edessä ja sivuilla oli turvakaide, josta saattoi ottaa kiinni tasapainon horjuessa. Testaaja seiso i tasapainolevytesteissä testattavan takana, jolloin mahdollinen kaatuminen oli pyritty estämään kaikista suunnista. Testattavaa myös kehoitettiin ennen silmät kiinni tehtävän testin alkamista avaamaan silmät tarvittaessa. Harjoitusinterventioissa kehoitettiin tutkimushenkilöitä tekemään harjoitteita omien tuntemustensa mukaan ja välttämään mahdollisia oireita tuottavia liikkeitä. Harjoitusinterventioissa oli harjoitusten ohjaajien lisäksi apuohjaajana toimiva avustaja tai avustajia mukana. Molemmat testaajat ovat käyneet SPR:n ensiapukurssin, ja toinen heistä oli harjoituksissa avustajana mukana. Harjoittelijoille

varattiin mahdollisuus ja aikaa käyttää oman sukupuolensa pukeutumistiloja ja suihkuja.

7.6 Luotettavuuden toteutuminen suunnittelussa

Alku- ja lopputestit, sekä harjoitusinterventiot pyrittiin järjestämään hyvän tieteellisen käytännön mukaan. Ennen alkumittauksia testien suorittamista harjoiteltiin koehenkilöiden avulla. Tasapainolevyn käyttöä harjoiteltiin ikääntyville suunnatuilla liikuntapäivillä ja TUG-testin kulkua harjoiteltiin tutkijoiden kesken. Mittareiden valinta perustui kirjallisuudessa esiteltyihin suosituksiin ja käyttökokemuksiin.

Ryhmien sisällön suunnittelijoina ja ohjaajina toimivat naprapaatti, fysioterapeutti ja ammattivalmentaja. Ryhmien ohjaajat suunnittelivat harjoitusryhmiensä sisällöt harjoitusinterventioihin annettujen rajausten mukaisesti.

Tutkimuksen suunnittelussa tehtiin kompromisseja ryhmäjaossa. Kotkan kotihoidon asiakkaista muodostettavien testiryhmien muodostuminen ei ollut satunnaistettua, vaan jako oli käytännön syistä jaettu kaupunginosien, kyytien ja osin myös lääkärin, Kotkan kotihoidon henkilökunnan näkemyksen ja testihenkilöiden oman toivomuksen mukaan.

8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

8.1 Alkumittaukset

Opinnäytetyön tekijä soitti mahdollisille osallistujille, kysyi osallistumishalukkuutta, selitti tutkimuksen tarkoituksen ja kulun sekä antoi ohjeet alkumittauksiin saapumisesta. Alkumittauksiin ja harjoitusinterventioihin järjestettiin Kotkan kaupungin tukema taksikyty osallistujien niin toivoessa. Kyytien järjestäminen vaikutti ryhmien muodostamiseen, sillä saman kaupunginosan testihenkilöt pyrittiin saamaan samaan kyytiin.

Mitattaville toimitettiin alkumittausten yhteydessä ohje harjoitukseen saapumisesta ja niihin valmistautumisesta, lisäksi ohjeessa oli harjoitusten vetäjien yhteystiedot ja

tietoa harjoittelujaksosta (Liite 3). Tarvittaessa osallistujille jaettiin kartta ja tarkemmat ohjeet harjoittelupaikoille saapumisesta.

Tulokset mitattiin molemmilla tutkimuksessa käytetyillä mittareilla saman mittauskerran aikana. Tasapainolevymittaukset tehtiin ennen Timed up and go -testiä. Alkumittaukset jakautuivat kolmelle arkipäivälle huhtikuun viimeisellä viikolla 2011.

8.1.1 Timed up and go -testi (TUG)

TUG-testissä mitattavalle kerrottiin ensin sanallisesti testin kulku. Mitattavalle annettiin ohjeeksi nousta tuolilta, kävellä kolmen metrin matka lattiaan merkityn viivan yli, kääntyä ympäri ja tulla takaisin tuolille istumaan. Testi tuli tehdä nopealla kävelyvauhdilla.

Testin sai tehdä kaksi kertaa joista paremman suorituksen aika oli mittaustulos. Mittauksen aikana testaaja kulki mitattavan vieressä, jotta mahdollinen kaatuminen voitiin estää. Testiaika aloitettiin selän irtoamisesta selkänöjasta ja loppui kun testattavan selkä kosketti selkänöjaa.

8.1.2 Metitur Oy:n Good Balance -laite

Tasapainon staattisen osan mittaus tehtiin kahtena testinä normaalissa seisonta-asennossa silmät auki (EO) ja silmät kiinni (EC). Mitattavalle annettiin ohjeeksi astua keskelle tasapainolevyä omilla kengillä tai ilman kenkiä. Kenkien käyttö huomioitiin, jotta samoja kenkiä pidettäisiin alku- ja lopputesteissä. Jalkojen asentoa ei vakioitu vaan sen sai valita vapaasti. Kädet käskettiin pitää kiinni vartalon sivuilla.

Ensimmäiseksi tehtiin 30 sekunnin seisomistesti silmät auki. Mitattavan edessä oli kahden metrin päässä seinälle merkittynä selkeästi erottuva kiintopiste, johon katse tuli kohdistaa. Testin alkaessa ohjeistettiin, että asennon tulee pysyä mahdollisimman paikallaan ja että testiaika on 30 sekuntia. Mittaus aloitettiin komennolla ”testi alkaa, nyt”.

Silmät auki -testin jälkeen tehtiin sama mittaus silmät kiinni. Testihenkilö sai tulla testien välissä pois tasapainolevyiltä. Ennen testiä kerrottiin, että valmistautua saa rauhassa ja että testi alkaa, kun testihenkilö sulkee silmänsä.

Mittausten luotettavuutta pyrittiin parantamaan suorittamalla molemmat testit kaksi kertaa peräkkäin. Peräkkäisistä mittauksista laskettiin keskiarvo.

8.2 Harjoitusjakso

Harjoitusinterventiot toteutettiin yhteistyössä Kotkan kaupungin ja Kotkalaisen Ergo-selkäklinikan kanssa. Harjoitukset ohjattiin alkaen 2.5.2011 kahdeksan viikon aikana jokaiselle ryhmälle kahdesti viikossa. Viimeinen harjoituskerta ollessa ainoastaan mittauskerta, tuli harjoituskertoja yhteensä 15. Harjoitusten kesto oli noin 30–60 minuuttia kerrallaan. Harjoituspaikkoina olivat KyAMK:n sosiaali- ja terveystalouden liikuntasali ja Hyväntuulen Kuntoklubi Kotkassa. Toiminnallisen ryhmän harjoituskerroista neljä järjestettiin Mussalon liikuntahallissa, KyAMK:n liikuntasalin ollessa pois käytöstä. Harjoittelun ohjaajina toimivat fysioterapeutti, naprapaatti, sekä ammattivalmentaja. Harjoitteluun osallistumista seurattiin nimilistojen avulla.

8.3 Harjoitusmenetelmät

Harjoituskertojen harjoitukset pyrittiin pitämään joka kerralla samoina mutta progressiivisinä, eli vähitellen vaikeutuvina. Harjoitusten progressiivisuutta ei valvottu vaan osallistujia kehoitettiin tekemään harjoitteita omien tunteidensa mukaan ja tarvittaessa jättämään jokin harjoite väliin, mikäli se ei onnistu tai kokee sen aiheuttavan oireita. Liitteessä 1 olevassa harjoitusohjelmassa on jokaisen interventioyöryhmän harjoituskokonaisuus kuvineen.

Osallistujille tähdennettiin omaa harkintakykyä harjoitusten suorittamisessa. Harjoituksiin ei sisältynyt nopeita suunnanvaihtoja, tai nopeita, sivuttaissuunnassa polvea ja nilkkaa kuormittavia harjoitteita. Harjoitusten vetäjien lisäksi harjoituksissa oli mukana SPR:n ensiapukurssin suorittaneita avustavia henkilöitä

Toiminnallisen harjoittelun ryhmässä tehtiin liikkuvuusharjoitteita, kehonhallintaharjoitteita, omalla kehonpainolla tapahtuvaa toiminnallista

voimaharjoittelua tuettuna ja ilman tukea, sekä lisäksi keskivartalon staattisia ja dynaamisia harjoitteita. Harjoitukset olivat progressiivisia. Ohjaajana toimi pitkän kokemuksen omaava ammattivalmentaja.

Voimaharjoitteluryhmässä keskityttiin jokapäiväiseen toimintakykyyn ja liikkumiseen tarvittavien lihasten vahvistamiseen vastusharjoittelulla. Harjoittelu kohdistui ranteen, kyynärvarren, olkapään, keskivartalon, lantion, polven ja nilkan toimintaan vaikuttaviin lihaksiin. Ohjaajana toimi naprapaatti.

Tasapainokykyä haastettiin asentoa ylläpitävissä tehtävissä ja liikkeen hallitsemista vaativissa tehtävissä. Harjoituksia pyrittiin vaikeuttamaan progressiivisesti mm. epätasaisilla alustoilla (pehmeä alusta) ja tukipisteitä vähentämällä (pienempiä tukipintoja ja vähemmän tukipisteitä). Ohjaajana toimi fysioterapeutti.

8.4 Loppumittaukset

Loppumittaukset suoritettiin 23.6.2011 samalla tavalla kuin alkumittaukset mutta eri mittajaan toimesta. Testaustila oli myös eri, johtuen tutkimuksen alkutestauspaikan muutosta ja siitä johtuvasta tilan käyttökiellosta. Jos testihenkilö oli ollut alkumittauksissa kengät jalassa, oli hän niin myös loppumittauksissa. Mittaaminen porrastettiin niin, että yksi harjoitusryhmä ehdittiin mitata mahdollisimman kattavasti ennen seuraavan ryhmän saapumista. Odotustilassa oli tarjolla juotavaa ja mitattavat kutsuttiin yksitellen erilliseen mittaushuoneeseen.

9 TUTKIMUSTULOKSET

9.1 Tutkimukseen osallistuneiden taustatiedot

Tutkimukseen osallistui 11 miestä ja 15 naista. Miehet olivat 64–84 vuotiaita ja heidän keski-ikänsä oli 76,5 vuotta. Naiset olivat 57–85 vuotiaita ja heidän keski-ikänsä oli 75,3 vuotta. Sukupuolijakauma oli epätasainen ryhmien välillä, voimaharjoitteluryhmässä oli miesenemmistö ja tasapainoharjoittelun ryhmässä naisenemmistö. Taulukossa 1 on yhteenveto osallistujien tiedoista. Tutkittavat olivat kaikki itsenäisesti liikkuvia ja osalla oli rollaattori tai keppi liikkumisen apuvälineenä.

Taulukko 1. Tutkittavien kuvaus

Sukupuoli	n	Ikä	Ikä (ka)
Miehet	11	64–84	76,5
Naiset	15	57-85	75,3

Ryhmä	Sukupuoli	n	Ikä	Ikä (ka)
Toiminnallinen n=11	Mies	6	72–83	77,0
	Nainen	5	63–80	72,4
Voima n=6	Mies	4	64–84	76,5
	Nainen	2	73–83	78,0
Tasapaino n=9	Mies	1	74–74	74,0
	Nainen	8	57-85	76,4

Tutkimuksessa poissuljettiin henkilöt, jotka eivät osallistuneet molempiin mittauksiin, tai jotka eivät pystyneet omatoimisesti suorittamaan testejä. Toiminnallisen harjoittelun ryhmästä suljettiin pois tasapainolevytestin osalta kaksi henkilöä ja neljä henkilöä TUG-testin osalta. Tasapainoryhmästä neljä henkilöä eivät osallistuneet lopputesteihin.

Keskimääräinen osallistumisaktiivisuus (taulukko 2) oli kaikilla ryhmillä hyvä, mikä oli tärkeää tulosten käytettävyyden kannalta näin pienessä otannassa

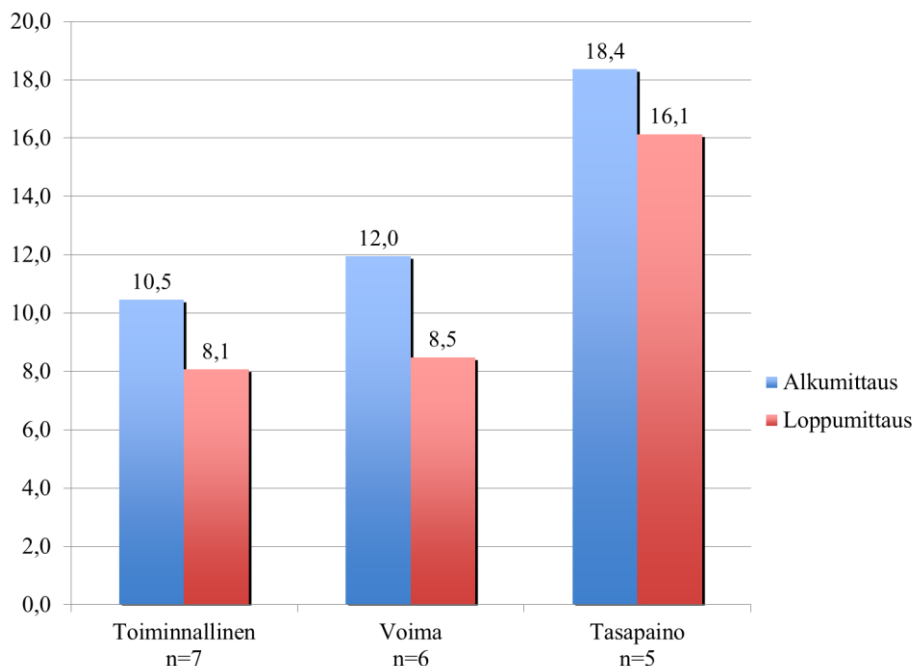
Taulukko 2. Ryhmien keskimääräinen osallistumisaktiivisuus harjoituksiin

Ryhmä	Osallistumisaktiivisuus
Toiminnallinen	92%
Voima	87%
Tasapaino	89%

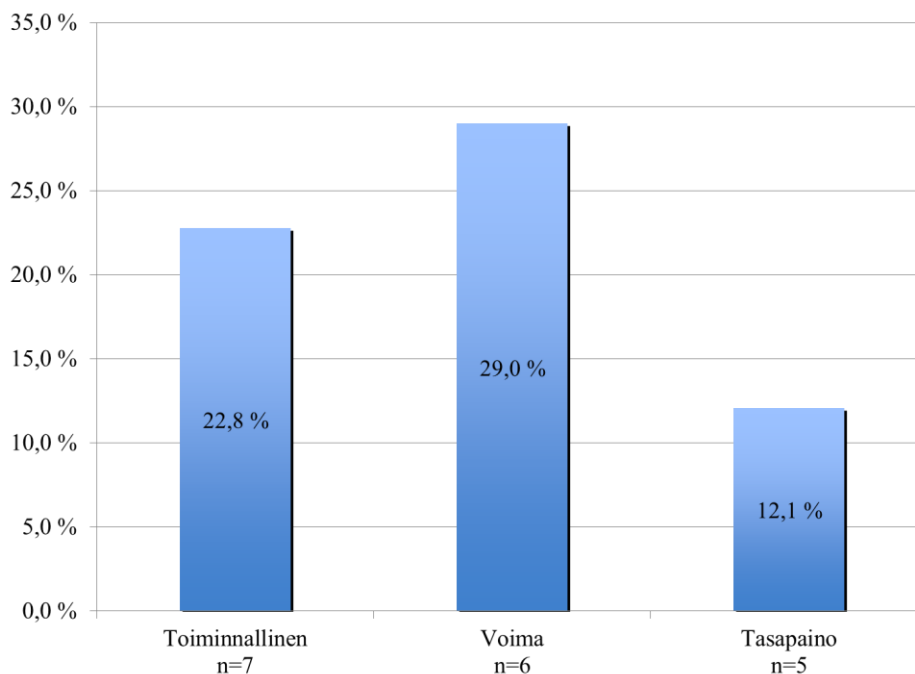
9.2 TUG-testin mittaustulokset

TUG-testissä mitattiin tulokset sekunnin kymmenesosan tarkkuudella ja ryhmien tuloksista laskettiin keskiarvo. Ryhmien välisessä vertailussa käytettiin alku- ja loppumittauksen välistä prosentuaalista muutosta. Kuvassa 3 on esitelty kaikkien ryhmien alku- ja loppumittausten tulokset. Kaikkien ryhmien tulokset paranivat, mutta

voimaharjoittelun ja toiminnallisen harjoittelun ryhmissä tulokset paranivat enemmän kuin tasapainoharjoitteluryhmässä (kuva 4). Voimaharjoitteluryhmä paransi tulosta 29 %:lla, toiminnallinen ryhmä 22,8 %:lla ja tasapainoryhmä 12,1 %:lla.



Kuva 3. Ryhmien välinen ero TUG-testin ajoissa. Aika sekunteina.



Kuva 4. Ryhmien TUG-testin lopputulosten prosentuaalinen paraneminen suhteessa alkutestin tuloksiin.

9.3 Good Balance-tasapainolevyn mittaustulokset

Tasapainolevyllä mitattavista suureista käytettiin huojunnan keskimääräistä x- ja y-nopeutta, huojunnan vauhtimomenttia ja pisteitä asteikolla 0–100. Ryhmän keskiarvosta laskettiin tuloksen prosentuaalinen muutos alku- ja loppumittauksen välillä.

Good Balance-tasapainolevymittarin tasapainomittausten tulokset (taulukko 3) eivät noudattaneet TUG-testistä saatuja arvoja ryhmien tulosten paranemisessa, eivätkä parametrien prosentuaaliset muutokset (taulukko 4) olleet ryhmien sisällä yhteneviä tällä otoskoolla. Tasapainolevymittausten tuloksista ei saatu tulkittua loogista muutosta tutkimusryhmien välillä.

Taulukko 3. Tasapainolevymittausten parametrien keskiarvot harjoitusryhmittäin

	Toiminnallinen (n=9)		Voima (n=6)		Tasapaino (n=5)	
	1 mittaus	2 mittaus	1 mittaus	2 mittaus	1 mittaus	2 mittaus
EO						
Keskim. x-nopeus mm/s	4,46	4,95	6,09	5,85	5,71	5,46
Keskim. y-nopeus mm/s	8,66	8,79	12,89	11,35	11,21	10,89
Vauhtimomentti mm ² /s	14,84	23,39	11,78	28,39	24,05	26,62
Pisteet 0-100	51,39	47,50	48,25	46,08	42,13	43,00
EC						
Keskim. x-nopeus mm/s	5,57	7,16	7,15	8,91	5,62	6,88
Keskim. y-nopeus mm/s	12,42	14,68	14,97	17,06	12,53	15,79
Vauhtimomentti mm ² /s	28,61	38,42	38,30	102,82	24,32	47,68
Pisteet 0-100	59,67	49,20	60,58	57,17	74,67	44,50

Tasapainolevymittauksen tuloksien perusteella ryhmien staattinen tasapainon hallinta ei parantunut harjoittelun myötä. Silmät auki tehdyssä tasapainotestissä ainoastaan voima- ja tasapainoryhmän keskimääräisissä tuloksissa oli huojunnan pienenemistä x- ja y-suuntaisessa nopeudessa, mutta silmät kiinni tehdyssä testissä oli kaikilla ryhmillä huonommat tulokset. Kaikkien ryhmien huojunnan vauhtimomentin mittaluku huononi loppumittauksessa. Vain tasapainoryhmä paransi pisteitä silmät auki tehdyssä

testissä (2,06 %), mutta sama ryhmä sai huonoimmat pisteet silmät kiinni tehdyssä testissä (-40,40 %). (Taulukko 4)

Taulukko 4. Staattinen tasapaino. Ryhmän keskiarvotuloksen prosentuaalinen muutos

	Toiminnallinen (n=9)		Voima (n=6)		Tasapaino (n=5)	
	EO	EC	EO	EC	EO	EC
	Keskim. x-nopeus mm/s	10,97 %	28,55 %	-4,03 %	24,62 %	-4,31 %
Keskim. y-nopeus mm/s	1,58 %	18,28 %	-12,01 %	13,98 %	-2,86 %	26,02 %
Vauhtimomentti mm ² /s	57,63 %	34,27 %	141,00 %	168,45 %	10,68 %	96,09 %
Pisteet 0-100	-7,57 %	-17,54 %	-4,49 %	-5,64 %	2,06 %	-40,40 %

9.4 Tutkimustulosten yhteenveto

TUG-testin tulosten selkeän paranemisen myötä voidaan olettaa että testihenkilöiden dynaaminen tasapaino ja toiminnallinen liikkumiskyky paranivat kaikissa tutkimusongelmissa esitetyissä harjoitusmenetelmissä. Tasapainolevymittauksen tulosten perusteella ryhmien staattinen tasapainon hallinta ei parantunut harjoittelun myötä kuin kahden ryhmän osalta silmät auki -mitatuissa testeissä, eron ollessa pieni ja kyseenalainen. Tasapainotestien erot harjoitusryhmien välillä olivat selkeät TUG-testin osalta, mutta tasapainolevytestien tuloksissa ei havaittu selkeitä eroja, eivätkä ryhmien sisäiset muutokset olleet yhteneviä. Voima- ja toiminnallinen ryhmä paransivat TUG-testillä mitattuna tuloksiaan eniten. Voimaharjoitteluryhmä paransi keskimääräistä tulostaan 29 % ja toiminnallinen ryhmä 22,8 %. Tasapainoryhmässä TUG-testin keskimääräinen tulos parani myös, mutta vain 12,1 %.

10 POHDINTA

10.1 Tulosten pohdinta

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli selvittää mikä valituista harjoittelumetodeista paransi ikääntyneiden testattavien tasapainoa eniten 8 viikon harjoittelujakson myötä. Tutkimuksen mahdollisten kliinisten vaikutusten arviointi rajoitettiin testitulosten, eli

dynaamisen ja staattisen tasapainon arviointiin. Saimme vastaukset kaikkiin tutkimusongelmiin, joita halusimme selvittää. Hoidon tulosten tärkeyttä osallistujille ei selvitetty haastattelulla tai muilla keinoin erikseen, mutta harjoittelutilanteissa tulleet kommentit vaihtelivat koetun väsymisen tunteesta onnistumisen iloon ja palaute oli positiivista. Osalla testihenkilöistä toimintakyky parani jopa niin paljon, että apukulkuvälineistä pystyttiin ainakin väliaikaisesti luopumaan. Tulokset olivat rohkaisevia jo tutkittavien subjektiivisten kokemusten vuoksi, mutta varsinkin mittarien käyttökokemukset ja testiryhmien tulokset olivat arvokkaita käytännön hyödyntämiselle ja mahdollisille jatkotutkimuksille.

Tasapainolevymittauksessa koeryhmien **staattisen** tasapainon tuloksista ei pystytty tekemään johtopäätöksiä interventioiden vaikutuksista. Samansuuntaisia tuloksia on saatu muissakin vastaavanlaisissa tutkimusasetelmissä (ks. Paksuniemi & Saira 2004, 17; Jaakonsaari 2009, 40–42), joissa tasapainolevyllä mitattuihin tuloksiin ei ole saatu tilastollisesti merkitseviä muutoksia tutkimusryhmien välillä eikä mittausten toistettavuus ole ollut luotettava.

Tutkimuksen perusteella **dynaamisen** tasapainon voidaan sanoa mahdollisesti kehittyvän harjoittelun myötä. Vastaaviin johtopäätöksiin harjoittelun vaikutuksista dynaamiseen tasapainoon on päädytty myös muissa samankaltaisissa tutkimuksissa (ks. DiBrezza, Shadden & Raybon 2005, 189–209; Jaakonsaari 2009, 40–42). Vertailtaessa tutkimuksen harjoitusinterventioita, voimaharjoittelu ja toiminnallinen harjoittelu osoittautuivat parantamaan parhaiten dynaamista tasapainoa, tasapainoharjoittelun ollessa vähiten tehokas. Staattisen tasapainon mittauksessa saadut epäluotettavat ja epätarkat tulokset rajoittavat siinä tapahtuneiden muutosten tulkintaa mutta TUG-testi osoitti hyvin toimivuutensa dynaamisen tasapainon mittarina.

Tuloksia voi hyödyntää niin mittarien käytettävyyden kannalta kuin varsinaisten tutkimusongelmienkin kannalta interventioiden tehokkuudesta. Saamamme tulokset, kuten muutkin vastaavat tutkimukset viittaavat siihen, että tasapainolevyllä tehdyillä staattisen tasapainon mittauksilla ei olisi tämänlaisessa tutkimusasetelmassa riittävästi erottelukykyä. Dynaaminen tasapainon testaus TUG-testillä vaikuttaa toimivalta työkalulta ikääntyvien harjoittelun, tasapainon ja toimintakyvyn arvioinnin mittariksi naprapaatin työkentällä. Harjoitusinterventioista voima- ja toiminnallinen harjoittelu

vaikuttavat hyviltä harjoitusmuodoilta ikääntyvien dynaamisen tasapainon parantamiseen ja kaatumisen ehkäisyyn. Saadut tulokset antavat lisäarvoa naprapaatin asiantuntijuudelle ja naprapaatin näkökulmasta asiantuntijuus ikääntyvien ihmisten parissa työskentelyyn näkyy tutkitun tiedon soveltamisena ja hyödyntämisenä käytännössä. Optimaalisten harjoitusmuotojen löytäminen ikääntyvien tasapainon parantamiseen on oleellista niin naprapaatin työn kuin ikääntyvien saaman hyödynkin kannalta.

Tutkimuksen jäädessä luonteeltaan kvasikokeelliseksi on sen heikkoutena koeasetelma. Aiheeseen liittyviin jatkotutkimuksiin ehdottaisimme suurempia ryhmiä kuin omassa tutkimuksessamme. Jos halutaan arvioida tasapainon staattisia arvoja, tulisi tasapainolevymittauksissa olla isompi otoskoko, jotta mahdollisten mittausvirheiden vaikutukset tasoittuisivat. Lisäksi tasapainolevyn testien vaikeuttaminen esimerkiksi puoliaskel-asennossa tehtävällä mittauksella lisäisi tulosten erottelukykyä ja luotettavuutta. Kokonaisuutena isomman otoskoon käyttö mahdollistaisi useampien tilastollisten arvojen käytön.

10.2 Tulosten luotettavuus

Interventioryhmien jakamisessa ei toteutunut satunnaistamista, vaan ryhmäjaot tehtiin osittain kaupunginosien mukaan taksikyyditysten järjestämiseksi. Myös testihenkilön oma toivomus, sekä lääkärin ja kotihoidon henkilökunnan näkemys vaikutti jossain määrin ryhmäjakoon. Ryhmien satunnaistamaton osallistujakunta on siis ollut osatekijänä lopullisten tulosten muodostumisessa.

Tulosten osalta pienet ryhmäkoot vaikuttivat siihen, että tuloksissa käsiteltiin vain prosentuaalisia muutoksia ryhmien välillä, koska tarkemmat ja laajemmat lukujen käsittelyt eivät olisi mielestämme antaneet mitenkään käyttökelpoisia tuloksia vertailun avuksi. Tämä osaltaan supistaa tulosten merkittävyyttä vain suuntaa antaviksi.

Lisähaasteen tutkimukselle asetti tutkimushenkilöiden vaihteleva kunto ja perussairaudet. Vaikeasti dementoituneiden henkilöiden mittaaminen tuotti hankaluuksia, koska ohjeita joutui toistamaan useaan kertaan ja testattavien keskittymiskyky hävisi helposti. Varsinkin tasapainolevyn tuloksien suuri alttius

virheen syntymiselle pienestäkin häiriöstä havaittiin tuloksia tarkastellessa. Mittaustulos sai epätavallisen suuria arvoja heti, jos mitattava ei pystynyt täysin keskittymään suoritukseen. Tutkimushenkilöiden määrän jäädessä niinkin pieneksi kuin alle 10 henkilöä ryhmää kohden, tämänkaltainen suuri hajonta tuloksissa ei tasoitu, vaan vääristää tuloksia.

Tasapainolevyn käyttöä hankaloittivat toistettavuuteen liittyvät ongelmat ja erottelukyvyn heikkoudet pienellä otoskoolla sekä rajoitetulla testistöllä. Toistettavuuden heikkenemiseen saattoi vaikuttaa kahdesta eri mittajaasta johtuvat erot ja eri mittauspaikat. Sihvosen & Eran (1999, 312–313) tutkimuksen mukaan Good Balance -laitteella tulisi toistaa testit useammin kuin kaksi kertaa, jotta mittauskertojen väliseen vaihteluun voisi saada luotettavia tuloksia. Tutkimuksessamme tasapainolevymittaukset tehtiin kaksi kertaa peräkkäin.

Antaakseen käytettävämmät tulokset, tasapainolevymittauksista olisi pitänyt tehdä myös vaikeampia, jolloin erottelukyky olisi saattanut parantua. Vaikeuttamisen keinoja olisivat olleet esimerkiksi tukipintojen pienentäminen, tai alustan ominaisuuksien muuttaminen. Toisaalta tasapainolevymittausten vaikeuttaminen olisi tarkoittanut jo valmiiksi pienen otoskoon pienentämistä, sillä kaikki mitattavat eivät olisi pystyneet suorittamaan vaikeampia testejä, kuten puoliaskel-asentoa tai yhden jalan seisontaa turvallisesti. Vaikeampien testien käyttöä tukee Sihvosen (2004, 35) tutkimus, jossa merkittäviä muutoksia harjoittelun vaikutukseen ilmeni vasta vaikeammilla testeillä. Testien vaikeuttaminen asettaa korkeammat vaatimukset niiden ohjaajille ja suorittajille. Päätimme pitää testitilanteen mahdollisimman turvallisena ja valitsimme helpohkot testit.

Tutkimuksen menetelmä jäi kvasikokeelliselle tasolle, koska kaikkien muuttujien vakiointi tai satunnaistaminen ei ollut mahdollista. Alku- ja loppumittaukset eivät tapahtuneet samoissa tiloissa ja eri testajat ohjasivat ne. Tutkimusryhmien jako ei ollut satunnaistettua, vaan käytännön syistä valmiiksi jaettua. Myös tutkimukseen osallistuvien henkilöiden pieni lukumäärä jätti tutkimuksen kvasikokeelliselle tasolle. (Harris, McGregor, Perencevich, Furuno, Zhu, Peterson & Finkelstein. 2006, 17.)

LÄHTEET

- Alexander, N.B. 1994. Postural control in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*.42:93–108.
- Anttila, P. 2006. Tutkiva toiminta ja ilmaisu, teos, tekeminen. Ylemmän AMK-tutkinnon metodifoorumi internetsivut. Saatavissa: <http://www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289356644/1194290133753.html> [viitattu 20.11.2011].
- Bandy, W., Lovelace-Chandler, V. & McKittrick-Bandy, B. 1990. Adaptation of Skeletal Muscle to Resistance Training. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1990, 12(6), s. 252–253.
- Bird, M., Hill, K., Ball, M., Hetherington, S. & Williams, A.D. 2010. The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2236.
- Bloem, B. R., Visser, J. E. & Allum, J. H. 2003. Posturography. Teoksessa: Hallet, M. *Movement disorders - handbook of clinical neurophysiology*. Elsevier; 2003.295–336.
- Bushman, B. 2011. *Complete Guide to Fitness & Health*. American College of Sports Medicine.
- Capezuti, E., Siegler, E. & Mezey, M. 2008. *Encyclopedia of Elder Care: The Comprehensive Resource on Geriatric and Social Care*. Springer Publishing Company.
- DiBrezza, R., Shadden, B. B, Raybon, B. H. & Powers, M. 2005. Exercise intervention designed to improve strenght and dynamic balance among community-dwelling older adults. *J AgingPhysActiv* 2005;13:198–209.
- Dougherty, P. 2000. Somatosensory systems. *Neuroscience online* -internetsivut. Saatavissa: <http://neuroscience.uth.tmc.edu/s2/chapter02.html> [viitattu 14.5.2011]

Era, P. Metitur Oy:n toimitusjohtaja. Gerontologisen kuntoutuksen professori. Jyväskylän yliopisto. Henkilökohtainen tiedoksianto. 15.12.2010. Kotka.

Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M. & Aromaa, A. 2006. Postural Balance in a Random Sample of 7,797 Subjects Aged 30 Years and Over. *Gerontology* 2006;52:204–213.

Gambetta, V. 2007. *Athletic development: the art & science of functional sports conditioning*. Human Kinetics Publishers.

Gallahue, D. M. 2006. *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. McGraw-Hill 2006, s. 371, 374, 385–386, 388, 392.

Hansson, A. I. 2008. Esipuhe. Ikäihmisten kaatumistapaturmat ja niiden ehkäisy - Opas sosiaali- ja terveydenhuollon ammattilaisille. Kotitapaturmien ehkäisykampanja. Saatavissa: www.kotitapaturma.fi/tiedoston_katsominen.php?dok_id=19 [viitattu 01.11.2010].

Harris, A. D., McGregor, J. C., Perencevich, E. N., Furuno, J. P., Zhu, J., Peterson, D. E. & Finkelstein, J. 2006. The use and interpretation of quasi-experimental studies in medical informatics. *J Am Med Inform Assoc*. 2006 Jan-Feb;13(1):16–23.

Honkanen R., Luukkinen H., Lüthje P., Nurmi-Lüthje I. & Palvanen M. 2008. Ikäihmisten kaatumistapaturmat ja niiden ehkäisy - Opas sosiaali- ja terveydenhuollon ammattilaisille. Kotitapaturmien ehkäisykampanjan internetsivut. Saatavissa: www.kotitapaturma.fi/tiedoston_katsominen.php?dok_id=19 [viitattu 01.11.2010].

Hess, J. A. & Woollacott, M. 2005. Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. *Manipulative PhysiolTher* 2005;28:582–590.

Howe, T. E., Rochester, L., Neil, F., Skelton, D. A. & Ballinger, C. 2011. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011, Issue 11.

Howe, T. E., Rochester, L., Jackson, A., Banks, P. M. H. & Blair, V. A. 2008. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008, Issue 4.

Hyvärinen, L. 2008. Näön vanheneminen. Teoksessa: Heikkinen, E. & Rantanen, T. (toim.) *Gerontologia*. 171. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Jaakonsaari, M. 2009. Ikämoto - Liikuntarataharjoittelun vaikutukset ikääntyvien naisten tasapainoon ja ketteryyteen. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Langley, F. A. & Mackintosh, S. F. H. 2007. Functional balance assessment of older community dwelling adults: a systematic review of the literature. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*. Oct 2007, Volume 5 Number 4.

Metitur Oy. 2003. Good Balance, Käyttäjän opas. Versio 2.59.

Mohammad, M. I. 2004. Effects of combined sensory and muscular training on balance in Japanese older adults. *Preventive Medicine* 39 (2004) 1148–1155

Moritani, T. & DeVries, HA. 1979. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine*. 1979, 58(3), s. 115-130

Mänty, M., Sihvonen, S., Hulkko, T. & Lounamaa, A. 2006. Iäkkäiden henkilöiden kaatumistapaturmat - Opas kaatumisten ja murtumien ehkäisyyn. Kansanterveyslaitoksen julkaisu. 8/2006. Kansanterveyslaitoksen internetsivut. Saatavissa:

http://www.ktl.fi/attachments/suomi/terveydenhuollon_ammattilaisille/tapaturmat/ikin-a-opas/verkkoversio-2007b29.pdf [viitattu 1.11.2010].

Nordin, E., Lindelo, N., Rosendahl, E., Jensen, J. & Lundin-Olsson, L. 2008. Prognostic validity of the Timed Up-and-Go test, a modified Get-Up-and-Go test, staff's global judgement and fall history in evaluating fall risk in residential care facilities. *Age and Ageing* 2008; 37: 442–448.

Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Törmäkangas, T. & Rantanen, T. 2008. Force Platform Balance Measures as Predictors of Indoor and Outdoor Falls in Community-Dwelling Women Aged 63–76 Years. *Journal of Gerontology: Medical sciences*. 2008, Vol. 63A, No. 2, 171–178.

Pajala, S., Sihvonen, S. & Era, P., 2008. Asennonhallinta ja havaintomotorinen kyvykkyys.- Teoksessa: Heikkinen, E. & Rantanen, T. (toim.) *Gerontologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 136–139, 149, 153.

Paksuniemi, J & Saira, M. 2004. Tasapainomittausten reliabiliteetti ja tasapainoerot urheilijoiden ja ei-urheilijoiden välillä. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Plowman, S. & Smith, D. 2008. *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance*. Lippincott Williams & Wilkins.

Podsiadlo, D. & Richardson, S. 1991. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am GeriatrSoc*. 1991; 39: 142–148.

Portin, P. 2008. Vanheneminen biologisena ilmiönä. Teoksessa: Heikkinen, E. & Rantanen, T. (toim.) *Gerontologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. s. 312.

Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1. painos. Lahti: VK-kustannus Oy. s. 28–31, 35–37, 51–57, 165–167, 169, 170.

Suominen, H. 2008. Kehon rakenne ja koostumus. Teoksessa: Heikkinen, E. & Rantanen, T. (toim.) *Gerontologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. s. 96–97, 100.

Shaffer, S. W. & Harrison, A. L. 2007. Aging of the Somatosensory System - A Translational Perspective. *American Physical Therapy Association. Physical therapy*. No 2, vol 87, 196–200, 203.

Shumway-Cook, A., Brauer, S. & Woollacott, M. 2000. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up& Go Test. *PhysTher.* 2000;80:896–903.

Sihvonen, S. 2004. Postural balance and aging: Cross sectional comparative studies and a balance training intervention. Master thesis. University of Jyväskylä.

Silsupadol, P., Shumway-Cook, A., Lugade, V., van Donkelaar, P., Chou, L. S., Mayr, U. & Woollacott, M. 2009. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. *ArchPhysMedRehabil* 2009;90:381–87.

Sipilä, S., Rantanen, T. & Tiainen, K. 2008. Lihasvoima. Teoksessa: Heikkinen, E. & Rantanen, T. (toim.) *Gerontologia. 2. uudistettu painos.* Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. s. 113–114.

Skelton, D. A. & Beyer, N. 2003. Exercise and injury prevention in older people. *Scand J Med Sci Sports* 2003: 13:77–85

Steffen, T. M., Hacker, T. A. & Mollinger, L. 2002. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up& Go Test, and gait speeds. *PhysTher.* 2002;82:128–137.

Stranding S. (toim.) 2008. *Gray's Anatomy. The Anatomical Basis of Clinical Practice.* Fortieth Edition. 2008, Elsevier Limited. s. 675.

THL. 2010, PERFECT-hanke. Lonkkamurtuma. Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen internetsivut. Saatavissa: http://www.thl.fi/fi_FI/web/fi/tutkimus/hankkeet/perfect/lonkkamurtuma [viitattu 1.11.2010].

Tilastokeskus. 2009. Väestö ikäryhmittäin koko maa 1900–2060 (vuodet 2010–2060: ennuste). Tilastokeskuksen internetsivut. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/vaenn/2009/vaenn_2009_2009-09-30_tau_001_fi.html [viitattu 1.11.2010].

Tilvis, R. 2010. Geriatrisen kuntoutuksen vaikuttavuus. Gernet-internetsivut. Saatavissa: <http://www.gernet.fi/artikkelit/kuntoutus/index.html> [viitattu 20.11.2011].

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2011. Hyvä tieteellinen käytäntö. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan internetsivut. Saatavissa: http://www.tenk.fi/hyva_tieteellinen_kaytanto/kaytanto.html [viitattu 14.5.2012]

Wigley, C. (toim.) Cells, Tissues and Systems. Teoksessa: Stranding, S. (toim.) 2008. Gray's Anatomy. The Anatomical Basis of Clinical Practice. Fortieth Edition. 2008, Elsevier Limited, s. 58–59.

Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. 1995. Science and practice of strength training. Human Kinetics Publishers.

KUVALÄHTEET

Kuva 1. Pajs. Stabiili tasapainotila. Wikipedia internetsivut. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Stabilni_rovnovazna_poloha.svg [viitattu 15.04.2012]

Kuva 2. Pajs. Labiili tasapainotila. Wikipedia internetsivut. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vratka_rovnovazna_poloha.svg [viitattu 15.04.2012]

Kuva 3. Pajs. Indifferentti tasapainotila. Wikipedia internetsivut. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Volna_rovnovazna_poloha.svg [viitattu 15.04.2012]

Kuva 4. Thomas.haslwanter. Vestibulaarijärjestelmän tasapainoelimet. Wikipedia internetsivut. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:VestibularSystem.gif> [viitattu 15.04.2012]. Kuvaa muokattu CC-lisenssin mukaisesti.

Kuva 5. LokalProfil. Ventraalinen ja dorsaalinen näkövirta. Wikipedia internetsivut. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ventral-dorsal_streams.svg [viitattu 15.04.2012]. Kuvaa muokattu CC-lisenssin mukaisesti.

Kuva 6. Sbmehta. Lihassukkula. Wikipedia internetsivut. Saatavissa:

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:MuscleSpindle.svg> [viitattu 15.04.2012]. Kuvaa muokattu CC-lisenssin mukaisesti.

Liite 1 - HARJOITUSTEN SISÄLTÖ

TOIMINNALLISEN HARJOITTELUN RYHMÄN HARJOITTEET

Alkuverryttely – Liikkumista harjoitustilassa noin 5 minuutin ajan.



Keveitä potkuja kohti pakaraa vuorotahtiin. Viivaa pitkin kävelemistä, polvennostoja.



Lonkan avauksia yhden jalan varassa, viivaa pitkin kävellen.



Sivuaskeleet laahaten.



Kävely eteen ja taakse laahaten. Olkavarsien pyörittelyä.

Tuolilla tapahtuvia lämmittelyliikkeitä, noin 5 minuutin ajan.



Jalkaterien pyörytykset istuen. Säären silitystä jalalla. Polven ojennuksia. Nikama nikamalta selän rullauksia eteen.

Liikkuvuutta ja kehonhallintaa, noin 5 minuutin ajan.

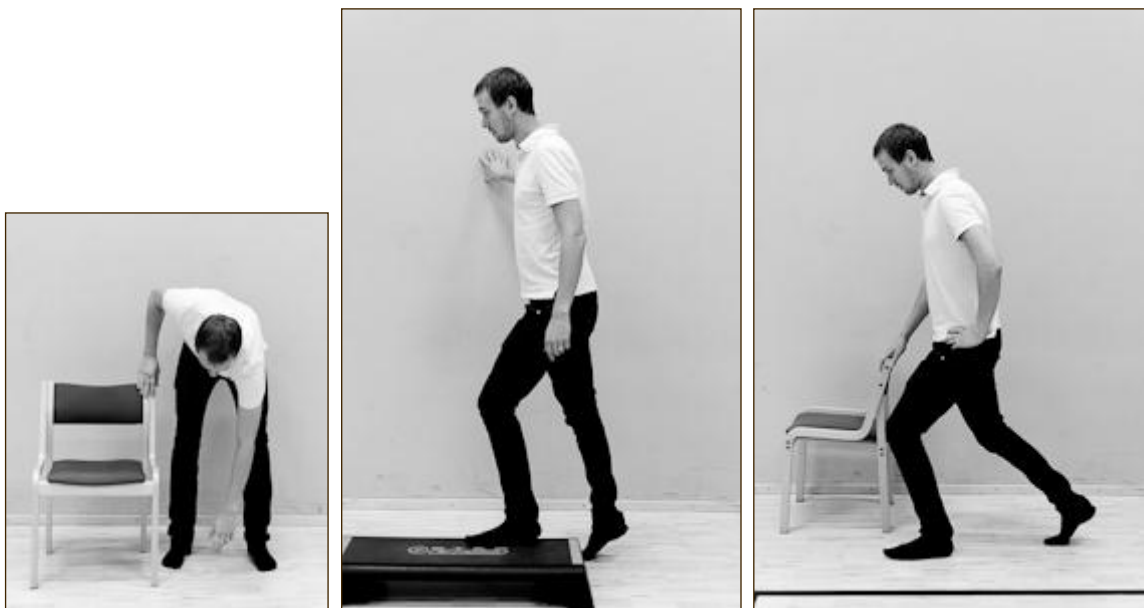


Kepistä tai seinästä tukea ottaen, yhden jalan varassa seisomista ja toisen jalan siirtoa eteen, taakse ja sivulle. Kävellessä polven nostoja ja kepin nostamista päälle.

Helpotettuja toiminnallisia voimaharjoituksia omalla kehonpainolla ja tuettuna noin 10 minuutin ajan. 2 sarjaa, 4–8 toistoa jokaisessa liikkeessä.



Kyykkyyn lasku ja pito, ylösnousu hihnaa hyväksikäyttäen (paksu patja tai tuoli takana).

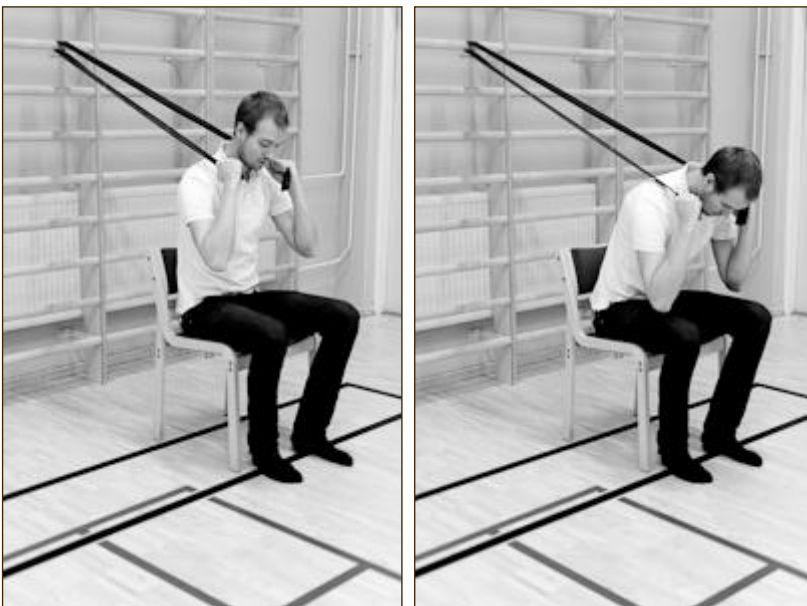


Kurotuksia maasta, tuolista tukea ottaen. Nousuja portaalle, tuki vieressä, vaihtoehtona pienen liikeradan askelkyykyt tuolista tukea ottaen.



Puolapuusta tukea ottaen penkiltä tai korokkeelta laskeutuminen ja sille takaisin nouseminen.

Keskivartalon harjoituksia dynaamisesti ja staattisesti noin 10 minuutin ajan. 2 sarjaa ja 10 toistoa per liike.



Eteentaivutus tuolilla, vastuskumi takaa. Vaihtoehtona vatsarutistusliikkeet matolla.



Kierrot ylävartalolla vastuskumi vastuksena. Vaihtoehtona kurotukset taakse matolla istuen.

Loppuverryttely, rauhallisia venytyksiä ja rentouttavia ravisteluja noin 10 minuutin ajan.



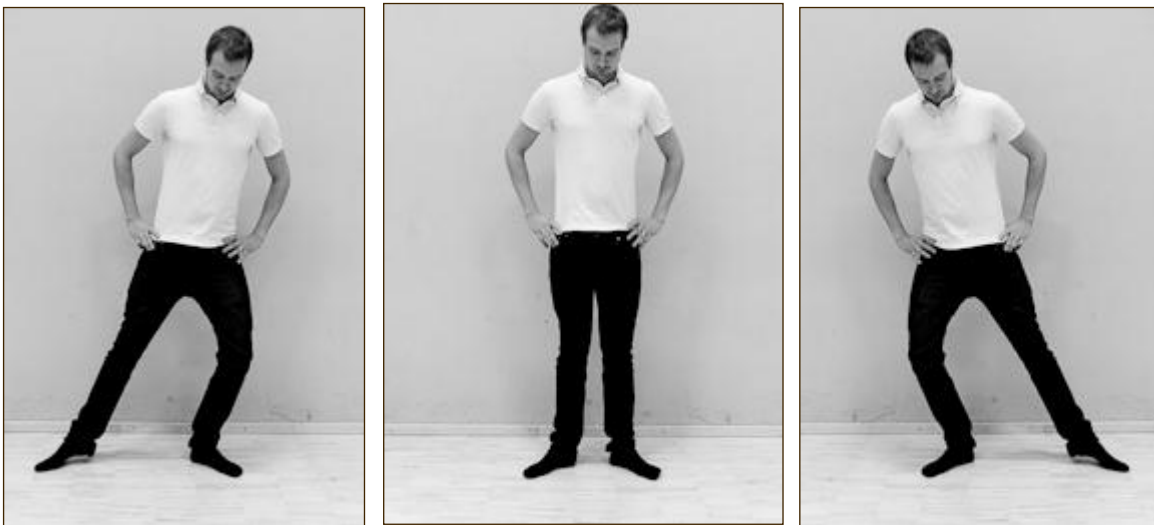
Etu- ja takareisien lihasten, lonkan koukistaja- ja lähentäjälihasten venytys ja ravistelut.

TASAPAINOHARJOITUSRYHMÄN HARJOITTEET

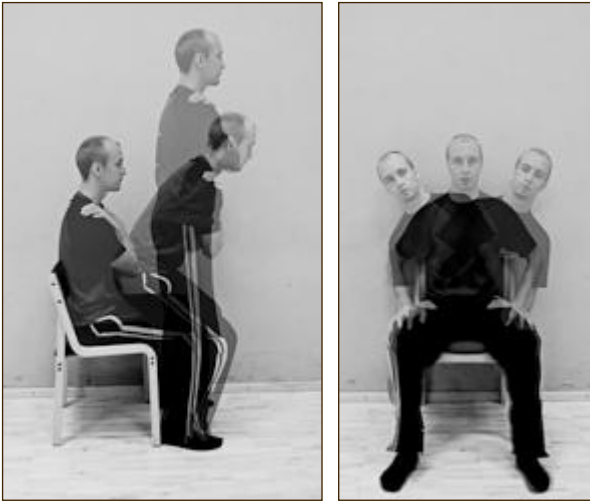
Ensimmäiset kuusi harjoitetta tehdään kerran, jonka jälkeen ne tehdään uudestaan samassa järjestyksessä.



1. Paikallaan kävely 1-2 minuutin ajan.
2. Painon siirto varpailta kantapäille 15 kertaa.
3. Painonsiirto puoliaskel-asennossa etummaiselta jalalta taaimmaiselle 15 kertaa.



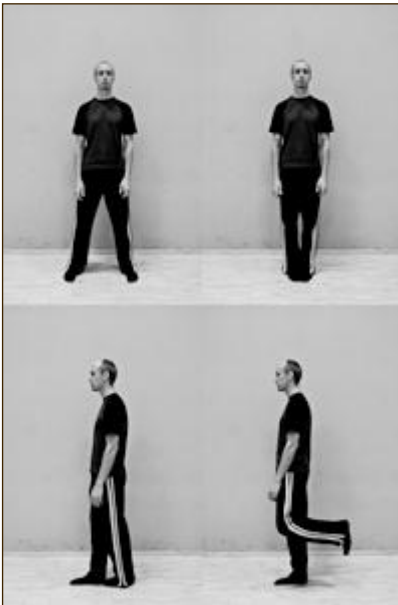
4. Seisotaan jalat haara-asennossa ja polvet pienessä koukussa. Painonsiirto jalalta toiselle 15 kertaa. Laitetaan silmät kiinni ja toistetaan sama liike 15 kertaa.



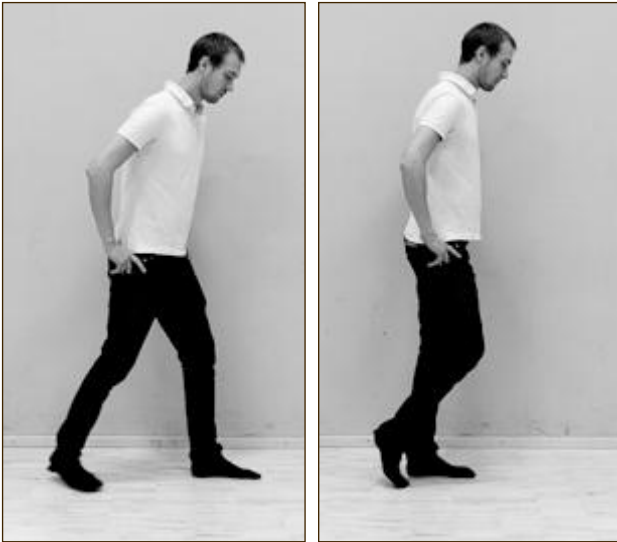
5. Auttamatta käsillä, nouseaan tuolilta ja laskeudutaan takaisin istumaan. Toistetaan 15 kertaa.

6. Tuolilla istuen keinutellaan painoa sivulta toiselle ja eteen ja taakse, 15 kertaa.

Kuuden ensimmäisen harjoitteen toisto.



7. Seisotaan jalat harallaan ja katse yhteen pisteeseen eteenpäin. Viedään jalat vierekkäin yhteen ja siirretään sen jälkeen ne peräkkäin. Yritetään lopuksi seisoa yhdellä jalalla. Kädet pidetään aluksi vartalon sivuilla tasapainon ylläpitämiseksi, ne voidaan laskea hitaasti kylkiin kun asento on vakaa. Pysytään kussakin asennossa 15 sekuntia.



8. Kävellään edestakaisin viivaa pitkin 5-10 metriä, lähennetään samalla jalkojen etäisyyttä toisiinsa. Kädet pidetään ensin sivuilla ilmassa ja jatkossa lasketaan ne hitaasti kylkiin, kun tasapaino on vakaa.



9. Seisten kurotellaan käsillä vuorotahtiin ylöspäin 15 kertaa. Noustaan seisomaan päkiöiden varaan ja toistetaan kurotteluliike 15 kertaa.

VOIMAHARJOITTELURYHMÄN HARJOITTEET

Voimaharjoittelussa 3 sarjaa ja 8 toistoa per harjoite, rasiustaso noin 50-70% arvioidusta maksimista.



1. Pakaralihasliike taljalla tai koneella. Vaihtoehtoisesti koukkujalan nosto nilkkapainon kanssa, mikäli asento koneessa tai taljassa on hankala.



2. Polven koukistajat istuen. 3. Polven ojentajat istuen.



4. Jalkaprässi.



5. Soutuliike istuen, veto molemmilla käsillä kylkeen niin että lavat tulevat yhteen.



6. Työntöliike istuen.



7. Ylätalja kapealla myötäotteella, veto rintaan.



8. Ylävartalon kierto istuen.



9. Selän ojennus (kuvasta poiketen kädet ristissä rinnalla).

KOTKAN KAUPUNKI Hyvinvointipalvelut Vanhustenhuollon vastuualue Vt. vanhustenhuollon johtaja	VIRANHALTIJAPÄÄTÖS § 18.11.2010	140	Sivu 1
---	--	-----	---------------

Dnro SOTE: 64 /2010

Tutkimuslupahakemus/Tommy Löwendahl ja Paavo Paloranta

Valmistelija: Johdon sihteeri Erja Lehto

Tommy Löwendahl ja Paavo Paloranta ovat anoneet tutkimuslupaa aiheesta "Harjoittelun vaikuttavuus iäkkäiden tasapainoon". Opinnäytetyön ohjaajina toimivat Petteri Koski, naprapatian koulutusohjelman vastaava, Kyamk, Jenni Bjong, fysioterapeutti, Kotkan kotihoito sekä Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, yliopettaja, Kyamk.

Liitteenä tutkimuslupahakemus.

Päätös: Tutkimuslupa myönnetään anomuksen mukaisesti.

Toimeenpano:

Ote: Tommy Löwendahl
Paavo Paloranta

Oikaisuvaatimusohjeet

Vt. vanhustenhuollon
johtaja



Liisa Rosqvist

Tämä pöytäkirja on yleisesti nähtävänä 7.12.2010, kaupungintalo, 4. kerros

TIETOA HARJOITTELUJAKSOSTA

Harjoitusjaksot alkavat 02.05.2011 ja kestävät 8 viikkoa.

Viimeinen harjoituskerta on 23.06.2011.

Harjoituspäivät ovat joka viikon maanantaina ja torstaina aamulla.

Harjoitusjakson loputtua toteutetaan loppumittaukset.

Loppumittausten ajankohta tiedotetaan myöhemmin.

Teidät jaetaan yhteen kolmesta harjoitteluryhmästä.

Yksi ryhmä toteutetaan Jylpyllä, Kymenlaakson

ammattikorkeakoulun liikuntasalissa (sama kuin testauspaikka).

Kaksi ryhmää toteutetaan Hyväntuulen Kuntoklubilla Kotkan keskustassa.

Toivomme että osallistutte jokaiselle harjoittelukerralle.

Varatkaa mukaan mukavat liikuntavaatteet ja sisätossut (ei pakolliset)

Kaikissa harjoittelupaikoissa on mahdollisuus suihkussa käymiseen.

Yhteystiedot:

Harjoittelupaikka	Ohjaaja
Hyväntuulen kuntoklubi Keskuskatu 11 48100 Kotka	Jonna XXXXX 0440 XXXXX
Jylppy, kyamk liikuntasali Takojantie 1 48220 Kotka	Risto XXXXX 0440 XXXXX