TASAPAINOTAITOJEN JA LIHASVOIMAN KEHITTYMINEN TELINERATA-HARJOITTELUN MYÖTÄ IKÄÄNTYVILLÄ NAISILLA

Annukka Lämsä

Liikuntapedagogiikan
pro gradu -tutkielma
Kevät 2009
Liikuntatieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Jyväskylän Yliopisto
Liikuntatieteiden laitos/ liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta
LÄMSÄ, ANNUKKA: Tasapainotaitojen ja lihasvoiman kehittyminen telineratahar-joittelun myötä ikääntyvillä naisilla.
pro gradu -tutkielma, 53 s., 20 s. Liites.
Liikuntapedagogiikka
2009

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kehittyvätkö ikääntyvien naisten tasapainotaidot ja lihasvoima telineratahar-joittelun myötä. Tutkimus on osa Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin yhteistä Ikämoto -projektia. Ikämoto -tutkimuksen tavoitteena on selvittää liikuntaradan soveltuvuus yli 65-vuotiaiden henkilöiden kehonhallinnan kehittämiseen ja ylläpitämiseen, kartoittaa heidän kokemuksiaan telineratahar-joittelusta sekä tutkia miten tasapainotaidot ja lihasvoima kehittyvät telineratahar-joittelun myötä.

Jaottelin tutkimukseni kohderyhmän kolmeen joukkoon harjoittelujakson pituuden mukaan. Kolmen kuukauden ajan harjoitteli 41 henkilöä. Harjoittelua jatkoi kuuden kuukauden ajan 26 henkilöä ja yhdeksän kuukauden ajan 16 henkilöä. Kontrolliryhmään osallistui 14 henkilöä. Kaikille osallistujille suoritettiin alku- ja loppumittaukset. Staattista ja dynaamista tasapainoa mitattiin Metitur Oy:n Good Balance -laitteistolla sekä dynaamista tasapainoa kahdeksikkojuoksutestillä. Lihasvoiman testaamiseen käytettiin puristusvoimamittausta ja tuolilta ylösnousutestiä.

Kolme kuukautta harjoitelleilla kahdeksikkojuoksun ja tuolilta ylösnousun testiaikojen parannukset olivat tilastollisesti erittäin merkitsevät. Oikean käden puristusvoiman, semi-tandem -testin ja dynaamisen tasapainotestin tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi. Kontrolliryhmän dynaamisen tasapainotestin ja vasemman käden puristusvoiman tulokset paranivat tilastollisesti melkein merkitsevästi. Oikean käden puristusvoima parani kontrolliryhmällä tilastollisesti merkitsevästi. Koe- ja kontrolliryhmien loppumittausten keskiarvojen erot olivat tilastollisesti erittäin merkitsevät kahdeksikkojuoksutestissä ja tuolilta ylösnousutestissä.

Kuusi kuukautta harjoitelleiden molempien käsien puristusvoimat paranivat tilastollisesti melkein merkitsevästi. Kahdeksikkojuoksun, semi-tandem -testin ja dynaamisen tasapainotestin tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi. Tuolilta ylösnousun testiajan parannus oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Yhdeksän kuukautta harjoitelleiden molempien käsien puristusvoimat sekä semi-tandem -testi paranivat tilastollisesti melkein merkitsevästi. Kahdeksikkojuoksun testiaika parani tilastollisesti merkitsevästi ja tuolilta ylösnousun testiaika sekä dynaaminen testi erittäin merkitsevästi.

Avainsanat: Ikääntyminen, tasapaino, lihasvoima, interventio

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO 4

2 MOTORISTEN TAITOJEN LUOKITTELUA 7

2.1 Motoriset perustaidot 7
2.2 Erillistaidot, jatkuvat taidot ja sarjataidot 9
2.3 Avoimet ja suljetut taidot 10

3 MOTORINEN OPPIMINEN 12

3.1 Motoristen taitojen oppiminen 12
3.2 Motorisen oppimisen vaiheet 13

4 IKÄÄNTYVIEN IHMISTEN MOTORINEN OPPIMINEN 15

4.1 Motoriseen oppimiseen liittyviä tekijöitä ikääntyvillä 15
4.2 Havaintomotoriset taidot ja niiden muutokset 17
4.3 Ikääntymisen vaikutus kinesteettiseen havaintokykyyn 19
4.4 Muutokset lihasvoimassa ikääntyessä 20
4.5 Muutokset toimintakyvyssä ikääntyessä 22
4.6 Asennonhallinta ja ikääntymisen vaikutus siihen 23

5 IKÄÄNTYVIEN IHMISTEN TASAPAINON JA LIHASVOIMAN HARJOITTAMINEN 25

5.1 Tasapainon merkitys ja kaatumistapaturmat 25
5.2 Tutkimuksia tasapainon harjoittamisesta 26
5.3 Tutkimuksia lihasvoiman harjoittamisesta 28

6 TUTKIMUSTEHTÄVÄ 29

7 TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT 30

7.1 Tutkimuksen kohdejoukko 30
7.2 Aineiston keruu 31
7.3 Tutkimuksessa käytetyt mittarit ja niiden luotettavuus 31
7.5 Tilastolliset analyysit 35

8 TULOKSET 36

8.1 Kontrolliryhmän tulokset alku- ja loppumittauksessa 36
8.2 Koeryhmän tulokset alku- ja loppumittauksessa 37
8.3 Koe- ja kontrolliryhmän erot alku- ja loppumittauksissa 38
8.4 Kuusi kuukautta harjoitelleet 40
8.5 Yhdeksän kuukautta harjoitelleet 41

9 POHDINTA 44

LÄHTEET 48

LIITTEET 54

1 JOHDANTO

Liikunta on välttämätöntä ihmiskehon toimintakyvylle ja se edistää terveyttä kaikkina ikäkausina (Vuolle, 2000; Vuori & Miettinen, 2000). Liikunta on tärkeä elämänlaatua kohentava tekijä myös ikääntyessä (Alén, Kukkonen-Harjula & Kallinen, 1997) ja on ilmeistä, että liikunta voi edistää päivittäisistä toiminnoista selviytymistä. Liikunnalla voidaan myös edesauttaa psyykkistä vireyttä ja sosiaalisten kontaktien luomista. (Ruuskanen, 1997; Vuori & Miettinen, 2000.) Vanhuksilla liikunta voi lisäksi edistää itsenäistä selviytymistä. Suomalaisesta aikuisväestöstä vain alle kolmasosa liikkuu terveytensä kannalta riittävästi. Liikunnan mahdollisuuksia hyvän toimintakyvyn ja terveyden saavuttamiseksi ei siis käytetä täysin hyväksi. Liikunnalla on suuri merkitys myös monien sairauksien ehkäisyssä ja hoidossa. Lisäksi säännöllinen liikunta pienentää ennenaikaisen kuoleman riskiä ja lisää hieman odotetun eliniän pituutta. (Vuori & Miettinen, 2000.)

Elinajan keskimääräinen piteneminen ja syntyvyyden väheneminen ovat johtaneet väestön keski-iän huomattavaan kohoamiseen kaikissa teollistuneissa maissa (Heikkinen, 1997). Yli 65-vuotiaiden osuus väestöstä oli 13,5 % vuonna 1990. Vuonna 2000 osuus oli 15 % ja vuonna 2007 maamme väestöstä yli 65-vuotiaita oli 16,5 %. (Tilastokeskus, 2008.) Väestöennusteen mukaan vuonna 2030 yli 65-vuotiaita arvioidaan olevan 26 % (Tilastokeskus, 2007). Väestön ikärakenteen vanhetessa liikunnallisen kuntoutuksen merkitys on kasvanut erityisesti sairauksia ehkäisevässä mielessä (Ruuskanen, 1997). Eliniän pidetessä ja iäkkäiden ihmisten määrän kasvaessa on erityisen tärkeää löytää keinoja, joilla yhä suurempi osuus elinajasta on tervettä ja toimintakykyistä elinaikaa (Heikkinen, 2008).

Osteoporoosi eli luukato on kasvava ongelma. Osteoporoottisten murtumia kirjataan vuosittain noin 26 000, joista lonkkamurtumia on yli 7 000. Osteoporoottisia murtumia sairastavat kuormittavat terveydenhuoltoa tulevaisuudessa yhä enemmän ja vuoteen 2030 mennessä lonkkamurtumia ennustetaan tapahtuvan yli 19 000 vuodessa. Osteoporoottisen murtuman yleisin syy on kaatuminen. Liikunnan avulla voidaan vaikuttaa myönteisesti moniin kaatumisen riskitekijöihin, kuten alaraajojen lihasvoimaan, tasapainoon, reaktionopeuteen, koordinaatioon ja kävelytapaan. Säännöllinen lihas- ja tasa-

painoharjoittelu voi parantaa jopa yli 80-vuotiaiden henkilöiden fyysistä toimintakykyä ja vähentää tehokkaasti kaatumisten ja murtumien määrää. (Vuori & Miettinen, 2000.)

Ikääntyessä koordinaatiokyky heikkenee erityisesti 50–70 vuoden iässä. Seurauksena on kaikkien motoristen toimintojen vakauden väheneminen, jonka vuoksi muun muassa kotitapaturmien riski kasvaa. Liikunnalla on merkitystä muun muassa kaatumistapaturmien vaaratekijöiden ehkäisyssä. (Heikkinen, 2005.) Motoristen taitojen oppiminen on mahdollista ikääntyessäkin (Ruuskanen, 1997), mutta oppiminen on lähes kaikenlaisissa tehtävissä hitaampaa verrattuna nuorempiin (Fisher, 1996, 17). Ikääntyville tulisi olla tarjolla liikuntaharrastuksia, joissa he voivat toteuttaa itseään, kokea tyydytystä, tavata ystäviään ja pitää huolta fyysisestä toimintakyvystään ja terveydestään (Suominen, Rantanen, Hirvensalo & Era, 2000).

Ikääntyvien ihmisten fyysisellä aktiivisuudella on tärkeä merkitys toimintakyvylle ja terveydelle. Liikuntaharrastuksen on todettu olevan yhteydessä myös psyykkiseen ja sosiaaliseen hyvinvointiin. (Hirvensalo, 2008.) Toimintakyky käsitteenä voidaan määritellä usealla eri tavalla, mutta useimmiten iäkkäiden ihmisten toimintakyky on määritelty kykynä selviytyä päivittäisistä toiminnoista. Varsinkin fyysisessä toimintakyvyssä tapahtuu iän myötä heikkenemistä, jonka nopeus ja alkamisikä tosin vaihtelevat merkittävästi sekä eri toimintojen että yksilöiden ja sukupuolen välillä. (Heikkinen, 2008.)

Terveys 2015 -kansanterveysohjelma painottaa sekä työikäisten että tätä vanhempien toimintakyvyn parantamista. Yli 75-vuotiaiden osalta tavoitteena on, että heidän toimintakyvyn paranemisensa jatkuu samansuuntaisena kuin viimeisten 20 vuoden aikana. Sosiaali- ja terveysministeriö ja opetusministeriö yhdessä asiantuntijatahojen kanssa laativat vuonna 2004 *laatusuositukset ikääntyneiden ihmisten ohjatulle terveysliikunnalle*. Iäkkäiden terveysliikunnan kehittämisen keskeisin tavoite on parantaa iäkkäiden toimintakykyä ja itsenäisen kotona asumisen edellytyksiä lihasvoimaa ja tasapainoa lisäävän liikunnan avulla. Tätä tavoitetta edistämään käynnistettiin vuonna 2004 *Voimaa vanhuuteen* -ohjelma, jota on rahoittanut Raha-automaattiyhdistys (RAY). (Miettinen, 2008.)

Ikääntyvien liikunnalle ja sen kehittämiselle löytyy sekä yksilöllisesti, että yhteiskunnallisesti merkittäviä perusteluja. Mielestäni on tärkeää, että ikääntyvien liikuntaan panostetaan ja sitä myös tutkitaan yhä enemmän. Pro Gradu -tutkielmassani tutkin telinerataharjoittelun vaikutuksia ikääntyvien tasapainotaitoihin ja lihasvoimaan. Uudenlaiset harjoittelumuodot tuovat vaihtelevuutta ja mielenkiintoisuutta ikääntyvien liikuntaan. On tärkeää, että ikääntyville olisi tarjolla monenlaisia ohjattuja liikuntapalveluja ja telinerataharjoittelu voi olla yksi niistä.

2 MOTORISTEN TAITOJEN LUOKITTELUA

2.1 Motoriset perustaidot

Motoriset taidot ovat toimintoja tai tehtäviä, jotka vaativat pään, raajojen ja/ tai vartalon liikkeitä jonkin asetetun tavoitteen saavuttamiseksi. Pelkkää liikettä tai refleksiä ei lueta motoriseksi taidoksi, koska motorisilla taidoilla on aina jokin tarkoitus tai päämäärä. Motorisille taidoille on myös ominaista se, että ne tulee opetella tai uudelleen opetella. Esimerkiksi kävelyä voisi pitää ihmiselle luonnollisena tapana liikkua, mutta sekin on täytynyt opetella tai uudelleen opetella esimerkiksi vammautumisen jälkeen. (Magill, 2007, 5.) Monissa taitosuorituksissa tarvitaan useiden aistikanavien tuottamien informaatioiden yhdistämistä. Esimerkiksi pesäpalloilija sekä näkee että kuulee pallon osumisen mailaan. Lyöjän pitää yhdistää nämä aistitiedot tehdäkseen monimutkaisempia arviointeja. (Haywood, 1993, 220.) Motoriset perustaidot luovat perustan vaativimmille ja yksityiskohtaisemmille taidoille. Tavallisimpia esimerkkejä perustaidoista ovat käveleminen, juokseminen, hyppääminen ja heittäminen. Motoriset perustaidot voi luokitella kolmeen ryhmään: tasapaino-, liikkumis- ja käsittelytaitoihin. (Gabbard, 2004, 285–286.)

Tasapaino on kykyä ylläpitää haluttu kehon asento ja estää ei-toivotut muutokset siinä (Era, 1997). Tasapainoa hallitaan joko staattisesti eli paikallaan pysyen tai dynaamisesti eli oltaessa liikkeessä (Spirduso, 1995, 156–160). Era (1997) kyseenalaistaa jaottelun staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon, koska asennon ylläpito perustuu lähes kokonaan samoihin aistitiedon lähteisiin ja korjausmekanismeihin molemmissa tilanteissa. Keho ei ole staattisessakaan tilanteessa jäykkä kappale, vaan dynaaminen kokonaisuus (Era, 1997). Tasapainoon vaikuttavat painopisteen korkeus, tukipinnan laajuus sekä tasapainotettavan esineen tai henkilön paino. Mitä matalammalla painopiste on, mitä laajempi tukipinta on ja mitä painavampi tasapainotettava esine tai henkilö on, sitä paremmin tasapaino pystytään säilyttämään. (McGinnis, 1999, 147.) Tukipinta koostuu kehonosien kosketuspinnasta alustaa vasten sekä niiden väliin jäävästä alueesta. Esimerkiksi seistessä tukipinta muodostuu jalkapohjien ja niiden väliin jäävän alueen yhteisalasta. Seistessä haara-asennossa tukipinta laajenee. Selin makuulla tukipinta on

laaja ja painopiste sijaitsee matalalla, joten tasapainon säilyttäminen on helppoa. (Kukkonen & Piirainen, 1990, 16.)

Ihmisen keho jakaantuu symmetrisesti oikeaan ja vasempaan puoliskoon. Painopiste sijaitsee ihmisen kehossa tasossa, jossa jakaantuminen tapahtuu. Painopisteen sijaintia pystytään liikuttamaan rikkomalla symmetrinen tila esimerkiksi nostamalla vasen käsi vartalon vierestä sivulle, jolloin painopiste siirtyy vasemmalle. Painopiste sijaitsee myös tasossa, joka jakaa kehon etu- ja takapuoliskoksi. Tämä taso kulkee yleensä olkapäistä, lonkan kautta nilkkaan. Mikäli kädet nostaa vartalon sivuilta eteen, painopiste liikkuu hieman eteenpäin. Painopisteen sijainti riippuu siis raajojen asennosta. (McGinnis, 1999, 143.) Tasapaino säilyy, kun painopiste pidetään tukipisteen tai tukipisteiden yläpuolella (Aulanko & Nieminen, 1989, 45; Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 164).

Tasapainon hallintaa voidaan pitää motorisena taitona, jonka kehon hermojärjestelmä vähitellen oppii ja esimerkiksi pystyasennon hallinta opitaan monien yritysten ja harjoittelun kautta (Pajala, Sihvonen & Era, 2003). Tasapainotaidot ja asennonhallinta luovat pohjan muiden motoristen perustaitojen kehittymiselle (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 192). Kehon asennonhallintaan osallistuvat keskushermosto, hermo-lihasjärjestelmä, tuki- ja liikuntaelimistö ja useat aistikanavat kuten sisäkorvan tasapainoelin eli vestibulaarijärjestelmä, näkö, mekaaninen tuntoaisti sekä asento- ja liiketunto eli somatosensoriikka (Pajala ym. 2003). Asennonhallinta vaatii aktiivista ja monimutkaista vuorovaikutusta hermoston ja lihaksiston välillä (Gabbard, 2004, 262; Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 195). Se voidaan toisaalta ymmärtää myös kehon tarkoituksenmukaisena hallintana suhteessa ympäristöön. Tasapainotaidot kehittyvät lapsen lihasvoiman sekä aisti- ja hermotoiminnan kehittyessä. (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 164, 200–201.) Ikääntymisen vaikutuksista asennonhallintaan ja tasapainoon kerron tarkemmin kappaleessa 4.

Liikkumistaitojen avulla ihminen siirtyy paikasta toiseen. Näitä taitoja ovat esimerkiksi käveleminen, juokseminen ja hyppiminen (Gabbard, 2004, 286; Gallahue & Ozmun, 2002, 17). Jotta liikkumistaitojen ja esimerkiksi kävelyn opetteleminen onnistuu, vaatii se tiettyä lihasvoiman tasoa ja asennon hallintaa. Myös rytmisen askellusmallin kehittyminen ja kyky muunnella askelia ovat liikkumistaitojen kehittymisen edellytys. (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 343.) Liikkumistaidoissa tapahtuu heikkenemistä

iän myötä ja esimerkiksi kävelynopeus hidastuu nopeimmin ikävuosien 65 ja 85 välillä. Naisilla hidastuminen on nopeampaa kuin miehillä. Heikentynyt voimantuotto alaraajoissa on yksi selittävä tekijä kävelynopeuden hidastumiseen. (Spirduso, 1995, 167–169.) Myös psykologisilla tekijöillä voi olla vaikutusta kävelynopeuden hidastumiseen. Kaatumista pelkäävä ikääntynyt henkilö kävelee varovaisesti pienillä askelilla. Toisaalta myös kävelyalustalla voi olla vaikutusta siihen, millaisia askelia ikääntynyt ottaa. (Gabbard, 2004, 378.)

Käsittelytaidot vaativat esineen hallintaa pääasiassa käsillä ja jaloilla. Muun muassa heittäminen, kiinniottaminen, pallon potkaiseminen ja lyöminen ovat käsittelytaitoja (Gabbard, 2003, 286; Gallahue & Ozmun, 2002, 17). Havaintomotoriikalla on käsittelytaidoissa suuri merkitys. Esimerkiksi esineeseen tarttuminen, pallon potkaiseminen ja kiinniottaminen vaativat, että esine ensin paikannetaan ympäristöstä. Tämä tapahtuu yleensä näköaistin avulla. (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 448). Gabbard (2004, 286) jakaa käsittelytaidot hieno- ja karkeamotorisiin taitoihin. Karkeamotoriset taidot vaativat välineen hallintaa pääasiassa käsillä ja jaloilla ja ne luovat perustan hienomotorisille taidoille. (Gabbard, 2004, 286, 320.) Hienomotorisissa taidoissa käytetään useita pieniä lihaksia tehtävän suorittamiseksi ja esimerkiksi kirjoittaminen on hienomotorinen taito. (Gallahue & Ozmun, 2002, 16.) Käsittelytaitojen kehittyminen on monimutkainen prosessi, johon liittyy hermoston ja lihasjärjestelmien kypsyminen sekä kokemukset (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 471).

Gallahue ja Ozmun (2002, 16) esittävät karkea- ja hienomotorisiksi taidoiksi muitakin kuin käsittelytaitoja. Karkeamotorisissa taidoissa käytetään useita isoja lihaksia liikkeen suorittamiseen. Esimerkkejä ovat muun muassa juokseminen, hyppääminen, heittäminen ja kiinniottaminen. Useimmat urheilusuoritukset voidaan luokitella karkeamotorisiksi lukuun ottamatta esimerkiksi tarkkuusammuntaa.

2.2 Erillistaidot, jatkuvat taidot ja sarjataidot

Erillistaidot ovat sellaisia, joissa on nähtävissä alku ja loppu. Potkaiseminen, heittäminen ja kiinniottaminen ovat esimerkkejä erillistaidoista. Erillistaidot voivat olla kestoltaan hyvin nopeita, kuten esimerkiksi pallon potkaiseminen. Jatkuvilla taidoilla ei ole

nähtävissä selkeää alkua ja loppua. Esimerkkejä jatkuvista taidoista ovat uiminen ja juokseminen. Suoritus voi kestää huomattavasti pidempään kuin erillistaidoissa. Sarjataidoiksi kutsutaan taitoja, jotka muodostuvat useista erillistaidoista. (Gallahue & Ozmun 2002, 17; Scmidt & Lee, 1999, 16–17.) Auton käynnistäminen on yksi esimerkki sarjataidosta. Siinä on monta erillistä vaihetta, joiden järjestyksellä on merkitystä lopputuloksen kannalta. (Scmidt & Lee, 1999, 16–17.) Sarjataito voidaan määritellä myös siten, että se vaatii yksittäisen erillistaidon suorittamista useita kertoja tiheässä tahdissa. Rytminen hyppiminen ja koripallon kuljettaminen ovat esimerkkejä sarjataidoista. (Gallahue & Ozmun 2002, 17.) Erillistaidoilla, jatkuvilla taidoilla ja sarjataidoilla on siis ajallinen aspekti liikkeeseen. Liikkeiden luokittelua kuvaan taulukossa 1.

2.3 Avoimet ja suljetut taidot

Avoimiin taitoihin voidaan luokitella taitoja, jotka tapahtuvat muuttuvassa ympäristössä. Muuttuvana tekijänä voi olla ympäristö tai esimerkiksi vastustaja pelissä. Henkilö ei voi tehokkaasti ennakoida suoritustaan ja pelissä pelaaja ei voi täysin ennakoida vastustajan liikkeitä. Onnistuminen avoimissa taidoissa vaatii usein nopeaa reagointia ja mukautumista ympäristöön. (Gallahue & Ozmun, 2002, 17; Scmidt & Lee, 1999, 17–18; Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 5.) Monet pari- ja ryhmäaktiviteetit vaativat avoimia taitoja. Esimerkiksi lasten hippaleikki vaatii juoksemista ja kiinniottamista vaihtelevissa suunnissa. Liikemallit eivät ole koskaan täysin samanlaisia leikkien välillä ja lapsen tulee mukautua leikkiin ja liikkeisiin. (Gallahue & Ozmun, 2002, 17.)

Suljetuiksi taidoiksi voidaan luokitella tehtävät, esimerkiksi keilaus ja jousiammunta, jotka suoritetaan muuttumattomassa ympäristössä. Toisaalta ympäristö voi muuttua, mutta tällöin muutokset ovat ennustettavissa tai niihin osataan reagoida harjoittelun ansiosta. (Scmidt & Lee, 1999, 17–18.) Suljetuissa taidoissa on vain vähän variaatiota suoritusten välillä kun taas avoimissa taidoissa suoritukset vaihtelevat. Suljettujen taitojen kaavamaisen luonteen vuoksi informaation prosessoinnin ja tarkkaavaisuuden vaatimukset ovat myös pienemmät verrattuna avoimiin taitoihin. (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 5–6.)

TAULUKKO 1. Liikkeiden luokittelumalli. Mukailtu Gallahue & Ozmun 2002, 16.

Lihasaspekti liikkeeseen	Ajallinen aspekti liikkeeseen	Ympäristön aspekti liikkeeseen	Toiminnallinen aspekti liikkeeseen
Karkeamotoriset taidot *Käytetään useita isoja lihaksia liikkeen suorittamiseen.* **Hienomotoriset taidot** *Käytetään useita pieniä lihaksia liikkeen suorittamiseen.*	**Erillistaidot** *Liikkeellä on selkeä alku ja loppu.* **Sarjataidot** *Sarja erillistaitoja suoritettuna tiheässä tahdissa.* **Jatkuvat taidot** *Liike suoritetaan toistuvana.*	**Avoimet taidot** *Toimitaan odottamattomassa tai muuttuvassa ympäristössä.* **Suljetut taidot** *Toimitaan muuttumattomassa ympäristössä.*	**Tasapainotaidot** *Saavutetaan tai pidetään tasapaino staattisissa tai dynaamisissa tilanteissa.* **Liikkumistaidot** *Siirretään keho paikasta toiseen tilassa.* **Käsittelytaidot** *Välitetään voimaa esineeseen tai vastaanotetaan voima esineeltä.*

3 MOTORINEN OPPIMINEN

3.1 Motoristen taitojen oppiminen

Motorinen oppiminen tarkoittaa liikuntasuoritusten oppimista (Eloranta, 2003) ja se viittaa suhteellisen pysyvään muutokseen motorisessa suorituksessa (Gabbard, 2004, 8; Gallahue & Ozmun, 2002, 14; Magill, 2007, 247). Motorinen oppiminen voidaan nähdä myös muutoksina ihmisen sisäisissä prosesseissa, jotka määrittävät henkilön kyvykkyyden motorisissa tehtävissä (Schmidt & Wrisberg, 2004, 186). Motorinen oppiminen voi olla seurausta harjoittelusta tai aikaisemmista kokemuksista (Gallahue & Ozmun, 2002, 14; Magill, 2007, 247; Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 27). Oppimiseen liittyy kehittyminen eli henkilö suoriutuu tehtävästä ajan kuluessa paremmin (Magill, 2007, 248; Schmidt & Wrisberg, 2004, 11). Harjoittelun alussa suoritukset vaihtelevat paljon toisistaan, mutta harjoittelun myötä niistä tulee yhdenmukaisempia. (Magill, 2007, 248.) Alussa suoritus voi näyttää myös hitaalta, epäjohdonmukaiselta ja jäykältä (Schmidt & Wrisberg, 2004, 12–13).

Oppimisen myötä sisäisten ja ulkoisten häiriötekijöiden, kuten esimerkiksi stressin ja ympäristötekijöiden, vaikutus suoritukseen vähenee ja henkilön kyky suoriutua tehtävästä häiriötekijöistä huolimatta kasvaa. Oppimiseen liittyy myös jatkuvuus. Henkilön joka on oppinut taidon, pitäisi pystyä suoriutumaan siitä myös seuraavana päivänä, seuraavalla viikolla ja niin edelleen. Sopeutuvuus on myös piirre, joka liittyy oppimiseen. Kehittyminen taidossa johtaa siihen, että henkilö suoriutuu tehtävästä myös muuttuvissa olosuhteissa. Yksikään suoritus ei ole koskaan identtinen toisen kanssa. Ero saattaa olla esimerkiksi henkilön tunnetasossa, tehtävässä itsessään, ympäristötekijöissä tai suorituspaikassa. (Magill, 2007, 248.)

Oppimisen alkuvaiheessa aivojen hermosolujen väliset yhteydet kehittyvät hermopunoksiksi ja myöhemmin punokset liittyvät verkkomaisesti toisiinsa. Syntynyttä hermoverkkoa kutsutaan asia- tai taitokokonaisuudeksi eli skeemaksi. (Eloranta, 2003.) Aivoihin harjoitusten ja kokemusten avulla varastoituneiden sisäisten mallien avulla ulkoista toimintaa pystytään ohjaamaan tarkoituksenmukaisesti, taloudellisesti ja koordinoidusti (Numminen & Laakso, 2004, 23).

3.2 Motorisen oppimisen vaiheet

Kognitiivisessa vaiheessa hermosoluyhteydet muodostavat hataran ja suurisilmäisen hermoverkon alun saaden aikaan suuripiirteisen käsityksen taidosta. Kognitiivinen oppimisvaihe tarkoittaa tehtävään tutustumista ja pyrkimystä idean ymmärtämiseen. (Eloranta, 2003.) Kognitiivisessa vaiheessa oppija muodostaa mielessään kuvan suorituksesta. Oppija voi esimerkiksi tehdä itselleen kysymyksiä mitä tehtävän tai liikkeen suorittaminen vaatii. (Gallahue & Ozmun, 2002, 313.) Kuva opittavasta taidosta voidaan esittää eri muodoissa kuten esimerkiksi visuaalisessa, verbaalisessa tai kinesteettisessä. Tässä vaiheessa oppija tulisi saada miettimään, mitä hän osaa jo ennestään ja näin yhdistämään uusi asia ennestään tuttuun. (Numminen & Laakso, 2004, 24.) Tehtävän suoritukset vaihtelevat paljon, mutta kehittymistä tapahtuu tässä vaiheessa paljon johtuen muun muassa tarkoituksenmukaisen strategian valinnasta (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 36).

Assosiatiivisessa vaiheessa hermoverkko laajenee ja tihenee eli taito tarkentuu. Harjoiteltavan suorituksen toistot alkavat muistuttaa yhä enemmän toisiaan. Tässä vaiheessa taidon idea on selvinnyt oppilaalle, oppiminen on tavoitehakuista ja taidon kehittyminen kiihtyvää. Assosiatiivisessa vaiheessa oppija varsinaisesti oppii tehtävän. (Eloranta, 2003.) Tässä vaiheessa oppija on myös kykeneväinen tekemään tietoisia johtopäätöksiä ympäristön mukaan. (Gallahue & Ozmun, 2002, 313.) Toiminta, mentaalinen tai fyysinen, on tärkeää assosiatiivisessa vaiheessa. Mentaalisella harjoittelulla voidaan aktivoida hermoston toimintaa. Tällöin hermosto virittäytyy vastaanottamaan fyysisen harjoituksen ja suorituksen jälkeen keskeiset asiat voidaan palauttaa mieleen mentaaliharjoittelun avulla. Assosiatiivisessa vaiheessa oppijoita tulisi rohkaista kuuntelemaan omaa sisäistä kinesteettistä palautetta. Näin he oppivat tarkkailemaan suoritustaan ilman ulkoa tulevaa palautetta. (Numminen & Laakso, 2004, 25.) Assosiatiivisen vaiheen saavuttamiseen vaikuttavat monet tekijät kuten esimerkiksi kyvyt, motivaatio, aikaisemmat kokemukset ja tehtävän vaikeus (Schmidt & Wrisberg, 2004, 13). Toistojen kautta suoritus alkaa kuitenkin tuntua oppijasta helpolta ja se näyttää ulkopuolisesta katsojasta hyvin koordinoidulta. (Numminen & Laakso, 2004, 25.)

Autonomisessa vaiheessa liikkeestä tulee automaattinen eikä se enää vaadi jatkuvaa huomiota liikkeen perusasioihin (Gallahue & Ozmun, 2002, 313). Tässä vaiheessa suoritus on kokonaisuus, jossa taidon keskeiset osat seuraavat saumattomasti ja oikeaaikaisesti toisiaan. Suorituksen voiman käyttöä ja nopeutta voidaan säädellä ilman että itse suoritusmalli muuttuu. (Numminen & Laakso, 2004, 25.) Oppija voi suunnata tarkkaavaisuuttaan tietoisesti uusiin asioihin, kuten esimerkiksi ympäristön esteisiin jotka voivat häiritä suoritusta, ja silti suorittaa oppimansa taidon (Numminen & Laakso, 2004, 25; Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 36). Autonomisen vaiheen saavuttaminen vaatii huomattavaa harjoittelua. Henkilöt, jotka saavuttavat tämän vaiheen ovat kykeneviä erottamaan ja korjaamaan virheitään liikkeissä jos ja kun niitä tulee. (Schmidt & Wrisberg, 2004, 13–14.)

4 IKÄÄNTYVIEN IHMISTEN MOTORINEN OPPIMINEN

4.1 Motoriseen oppimiseen liittyviä tekijöitä ikääntyvillä

Lasten ja aikuisten motorinen käyttäytyminen näyttää usein samankaltaiselta. Molemmilla ryhmillä reaktioaika visuaaliseen eli näön kautta saatavaan ärsykkeeseen on hitaampi nuoriin aikuisiin verrattuna. Syyt tähän eroon ovat kuitenkin näillä ryhmillä erilaiset. Visuaalisen ärsykkeen kognitiivinen prosessointi on erilaista lasten ja ikääntyvien välillä. (Haywood, 1993, 5.) Ikääntyessä tiedon käsittely hidastuu johtuen hermoyhteyksien heikkenemisestä. Yksi syy tähän heikkenemiseen on aivosolujen väheneminen. Muita syitä ovat noin 15 % väheneminen hermojen johtumisnopeudessa sekä noin 37 % arvioitu keskushermoston viejähaarakkeiden väheneminen. (Gabbard, 2004, 371.) Kukkonen-Harjulan, Kallisen ja Alénin (1997) mukaan eri hermojärjestelmien toimintakunto ja valmius säilyvät lähes muuttumattomina noin 45-vuotiaaksi ja varsinainen hermoston vanheneminen nopeutuu vasta 70 ikävuoden jälkeen.

Ikääntyvien oppiminen on lähes kaikenlaisissa tehtävissä hitaampaa verrattuna nuorempiin (Fisher, 1996, 17). Ikääntyvät oppivat helppoja tehtäviä yhtä nopeasti kuin nuoremmatkin mutta ovat hitaampia monimutkaisemmissa tehtävissä. Pitää kuitenkin muistaa, että ikääntyvät ovat heterogeenisempi ryhmä kuin esimerkiksi nuoret aikuiset. Näin ollen ikääntyvillä suorituskyky vaihtelee heistä, jotka ovat samalla tasolla nuorten aikuisten kanssa heihin, jotka suoriutuvat tehtävistä erittäin huonosti. (Spirduso, Francis & MacRae, 2005, 199-202.) Ikääntymisen myötä motoristen taitojen suorituskyky laskee. Yhtä ainutta selitystä suorituskyvyn laskulle ei ole pystytty löytämään. Yksi selitys voi olla voimantuoton heikkeneminen ja lihasmassan väheneminen. Monissa motorisissa tehtävissä tällä vähenemisellä voidaan selittää eroja suorituksissa. Toisaalta suorituskyvyn on havaittu vähenevän myös tehtävissä, joissa voimantuotolla ei ole merkittävää roolia. (Walker, Philbin & Spruell, 1996.)

Liikkeen automatisoituminen on ikääntyvillä hitaampaa kuin nuoremmilla. Ikääntyvät tarvitsevat enemmän yksittäisiä toistoja jotta he saavuttaisivat asetetut tavoitteet. Ärsykkeiden, joihin ikääntyvien odotetaan reagoivan, tulee olla tarpeeksi selkeitä ja niitä tulisi antaa vain vähän kerrallaan. (Ruuskanen, 1997). Lisäksi on havaittu, että ärsyk-

keen väärästä tulkinnasta johtuvan motorisen virhesuorituksen korjaaminen on ikääntyvillä selvästi hitaampaa kuin nuoremmilla (Welford, 1982). Ikääntyvien henkilöiden on vaikeampi selviytyä pitkistä liikesarjoista muistitekijöiden rajallisuuden, oppimisstrategioiden puutteen tai mieleenpalautus ongelmien vuoksi (Ruuskanen, 1997). Tämän vuoksi he ovat taipuvaisia pilkkomaan sarjat pienempiin osiin (Welford, 1982). Liikkeitä ja liikesarjoja tulisikin harjoitella useiden välivaiheiden ja kehittelyjen avulla, kunnes saavutetaan asetettu tavoite ja mahdollisesti myös automatisoitunut liikesuoritus. Liikkeiden kehittelyvaiheet antavat mahdollisuuden kokea onnistumisia ja näin auttavat myös motivaation ylläpitämisessä. (Ruuskanen, 1997.) Steinberg ja Glass (2001) tutkivat viisivaiheisen oppimisstrategian (FSS) käyttöä motoristen taitojen oppimisessa ikääntyvillä. Viisivaiheisen strategian vaiheet ovat valmistautuminen, tehtävän mielikuvaharjoittelu, keskittyminen, mielen vapauttaminen muista asioista ja tehtävän arviointi. Strategia painottaa tarkoituksenmukaista kognitiivista prosessointia ennen ja jälkeen suorituksen sekä suorituksen aikana. Tulosten mukaan ikääntyvät jotka käyttivät FSS:ää oppivat tehtävänä olleen golfin puttauksen tehokkaammin kuin ne, jotka saivat ainoastaan opastuksen golfiin. Tämän johdosta FSS saattaa olla tehokas työkalu myös muiden motoristen taitojen oppimisen auttamisessa.

Yksilön suoriutumiseen motorisesta suorituksesta vaikuttavat monet muuttujat kuten esimerkiksi tehtävän luonne, ympäristötekijät ja yksilön kognitiiviset, affektiiviset ja psykomotoriset ominaisuudet. Tehtävän luonteesta voidaan eritellä sen vaikeustaso, kesto ja nopeus tai virheettömyys, jota tehtävän onnistunut suorittaminen vaatii. Jos ikääntyvällä henkilöllä on esimerkiksi heikentynyt näkökyky, hän ei välttämättä suoriudu nopeutta vaativasta tehtävästä. Jos nopeusvaatimusta ei ole, hän saattaa suoriutua tehtävästä onnistuneesti. Ympäristö, kuten esimerkiksi tilan lämpötila, valaistus, lattian materiaali ja tuttuus, voi vaikuttaa ikääntyvien suoriutumiseen tehtävästä. Jos henkilöllä on esimerkiksi hidastunut verenkiertojärjestelmä, viileä huone voi tuntua epämiellyttävältä. Kognitiivisista ominaisuuksista erityisesti sillä, että ymmärtää tehtävän ohjeet, on suuri merkitys onnistuneeseen suoriutumiseen tehtävässä. Toisaalta myös heikentynyt kuulo voi vaikeuttaa ohjeiden seuraamista. (Gallahue & Ozmun, 2002, 361).

Psykologisilla tekijöillä ja tunnetekijöillä, erityisesti tarkkaavaisuudella, motivaatiolla ja innokkuudella, on vaikutusta taitojen suorittamiseen ja oppimiseen. (Spirduso ym. 2005, 204–205.) Ikääntyvillä tarkkaavaisuuden pitäminen tehtävän kannalta olennaisissa asi-

oissa on vaikeampaa kuin nuorilla. Esimerkiksi informatiivisen kuulutuksen lähettäminen tehtävän aikana voi johtaa siihen, että ikääntyvät jäävät kuuntelemaan lähetystä tehtävän suorittamisen sijaan. Nuoremmat pystyvät paremmin torjumaan epäolennaiset asiat ja keskittymään tehtävään. (Spirduso ym. 2005, 204–205.) Ikääntyvillä uusien taitojen oppimiseen saattaa liittyä pelkoa ja epävarmuutta (Ruuskanen, 1997) ja läheisen ihmisen menetys vastikään voi laskea motivaatiota fyysiseen aktiivisuuteen (Gallahue & Ozmun, 2002, 361). Liikkuminen, fyysisesti aktiivinen elämäntapa ja selviytyminen päivittäisistä toiminnoista voivat vaikuttaa positiivisesti ikääntyvän henkilön itsetuntoon (Gallahue & Ozmun, 2002, 397).

4.2 Havaintomotoriset taidot ja niiden muutokset

Ihmisen käyttäytymisen ja motorisen suorituskyvyn ydin on kyky vastaanottaa ja tulkita aisti-informaatiota (Gabbard, 2004, 170). Havaintomotoriikka on prosessi, jossa yksilö saa aistinelinten avulla tietoa ympäristöstä ja omasta toiminnastaan siinä. Tämän jälkeen hän käsittelee, valikoi ja yhdistää tätä informaatiota aikaisempien tietojen ja kokemusten perusteella, jotta keskushermosto pystyy valikoimaan ja käynnistämään kuhunkin tilanteeseen sopivat motoriset vasteet kuten esimerkiksi käden liikkeet. (Pajala ym. 2003.) Lähes jokainen liike on tavallaan havaintomotorinen taito siten, että liikkeet pohjautuvat ympäristöstä saatuun informaatioon ja kehon asentoon siinä. (Haywood, 1993, 204, 211.) Era (1997) esittää Welfordin havaintomotorisen järjestelmän mallin, jonka mukaan aistinelinten avulla kerätyistä tiedoista erotellaan tärkeät vähemmän tärkeistä tai tehtävän kannalta epäolennaisista. Järjestelmään liittyy myös kyky muodostaa oikea tulkinta aistihavainnoille muun muassa muistitietojen ja aikaisempien kokemusten avulla. Havaintomotorisen järjestelmän toiminnassa myös oikea ajoitus ja nopeuteen liittyvät tekijät ovat tärkeitä. Tämä näkyy monissa arkipäivän tilanteissa kuten esimerkiksi autolla ajamisessa. Erityisesti havaintomotorisen järjestelmän toimintanopeus on ikääntyvillä matalampi kuin nuoremmilla. Hidastuminen korostuu erityisesti monimutkaisissa tehtävissä, koska vanhenemiseen liittyvä hidastuminen heijastuu havaintomotorisen tehtävän kaikkiin osavaiheisiin (Era, 1997.)

Näkökyvyllä on suuri merkitys monissa taitosuorituksissa (Haywood, 1993, 205). On arvioitu, että noin 80 % kehon ulkopuolelta saadusta aisti-informaatiosta saadaan visuaalisen kanavan kautta. Ihmiset ovat myös taipuvaisia turvautumaan näköaistiin, vaikka muut aistikanavat saattaisivat olla hyödyllisempiä. (Gabbard, 2004, 172.) Näköaistin avulla pystymme liikkumaan turvallisesti, ennakoimaan ympäristön muutoksia ja välttämään esteitä. Kun näköaisti ei ole käytössä tai sitä voidaan käyttää vain jossain määrin, esimerkiksi pimeässä, somatosensorisesta aistijärjestelmästä tulee pääasiallinen aistitiedon lähde asennon ylläpitämisessä (Spirduso ym. 2005, 135–136). Useimmat ihmiset huomaavat tarkkanäköisyydessä muutoksia 40-50–vuotiaina. Tarkkanäköisyydestä voi olla 85-vuotiaana jäljellä enää 20 % verrattuna 40-vuotiaaseen. Heikkenemisen huomaa erityisesti huonoissa valaistusolosuhteissa ja liikkuvia kohteita katsottaessa. Ikääntyessä silmän linssi muuttuu paksummaksi ja sameammaksi, mikä vähentää valon kulkua linssin lävitse. (Gabbard, 2004, 199.) Erityisesti kyky nähdä lähelle heikkenee selvästi iän myötä. Myös hämärään sopeutuminen hidastuu ja kontrastiherkkyys heikkenee. (Haywood, 1993, 211.) Ikääntyvillä kuluu myös enemmän aikaa visuaalisen informaation prosessointiin kuin nuoremmilla (Gabbard, 2004, 200). Vanhetessa näköaistissa tapahtuu monia sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat tasapainoon (Era, 1997). Heikentynyt näköaisti tuottaa vähentynyttä tai vääristynyttä informaatiota ja se myös korreloi ikääntyvien henkilöiden kaatumisiin. (Ruikka, Sourander & Tilvis, 1993, 61; Spirduso, 1995, 161.) Huolimatta iän tuomista muutoksista näkökyvyssä, ikääntyvät pystyvät edelleen tehokkaasti käyttämään näkökykyä tasapainon säätelyssä (Spirduso ym. 2005, 138). Ikääntyvät luultavasti mukautuvat moniin aistireseptorien fyysisiin muutoksiin ja jatkavat hyvää suoriutumistaan. (Haywood, 1993, 204–205.)

Pajalan ym. (2003) mukaan yhtä ainutta selitystä havaintomotoristen prosessien hidastumiselle ei ole pystytty löytämään. Yhden teorian mukaan hidastuminen johtuisi iäkkäiden henkilöiden taipumuksesta pyrkiä onnistuneeseen suoritukseen suoritusnopeuden kustannuksella. Toisena selityksenä on pidetty ns. taustakohinaa, jota on jatkuvasti keskushermostossa. Iän myötä kyky erottaa tärkeät signaalit taustakohinasta heikentyy ja tämä aiheuttaisi havaintomotoristen toimintojen hidastumista iäkkäillä henkilöillä. Kolmannen teorian mukaan havaintomotorinen hidastuminen johtuisi yleisestä signaalien heikkenemisestä. Toisaalta keskushermostoon ärsykkeitä tuovien eli afferenttien ja liikkeitä aikaansaavia signaaleita vievien eli efferenttien hermosolujen johtonopeuden hidastumisen ei ole voitu havaita vaikuttavan ratkaisevasti havaintomotoristen toiminto-

jen hidastumiseen. Nykykäsityksen mukaan kaikki nämä edellä mainitut prosessit yhdessä vaikuttavat hidastumiseen.

4.3 Ikääntymisen vaikutus kinesteettiseen havaintokykyyn

Kinesteettisellä havaintokyvyllä tarkoitetaan tietoisuutta liikkeistä ja kehon asennoista. Siihen sisältyy kyky erottaa kehon asentoja ja liikkeitä ihmisen sisäisen informaation avulla, jota saadaan lihaksista, nivelistä, jänteistä ja vestibulaarijärjestelmästä. (Gabbard, 2004, 184–185.) Vestibulaarijärjestelmä sijaitsee sisäkorvassa ja se aistii pään asentoja (Bjålie, Haug, Sand, Sjaastaad & Toverud 2002, 117; Schmidt & Lee, 1999, 110). Sisäkorvan aistinsolut reagoivat painovoimaan ja pään liikkeiden kiihtyvyyteen pään liikenopeuden muuttuessa tai päätä käännettäessä. Vestibulaarijärjestelmä välittää hermostoon tietoa pään asennosta suhteessa pystyasentoon, mikä on tärkeää, jotta kykenemme seisomaan pystyasennossa. (Bjålie ym. 2002, 117.) Toimintahäiriöt vestibulaarijärjestelmässä, jotka ilmenevät heikkenemisenä tasapainoa vaativissa suorituksissa, huimauksena ja pyörryttämisenä, ovat yleisiä ikääntyvillä. Jo noin 40-vuotiaasta lähtien vestibulaarijärjestelmän hermosoluissa tapahtuu asteittaista vähenemistä. (Gabbard, 2004, 201.) On arvioitu, että 70 ikävuoteen mennessä vestibulaarijärjestelmän karva- ja hermosoluista olisi menetetty jo noin 40 % (Spirduso ym. 2005, 138).

Vestibulaarijärjestelmän tehokkuus tulee esille tilanteissa, joissa somatosensoriikkaa ja visuaalista aistijärjestelmää ei voida käyttää tai niistä saatu tieto vääristyy. Olemme vahvasti riippuvaisia vestibulaarijärjestelmästä esimerkiksi liikuttaessa epätasaisella alustalla pimeässä. Vestibulaarijärjestelmä myös auttaa selvittämään ristiriitaisia aistiinformaatioita näköaistin ja somatosensoriikan välillä. Tällainen tilanne voi tulla eteen esimerkiksi istuttaessa autossa liikennevaloissa. Kun viereinen auto liikkuu, voi tulla sellainen tunne, että oma auto liikkuu. Tosiasiassa näköaisti antaa tietoa, että liikutaan mutta somatosensoriikka ja vestibulaarijärjelmä kertovat, että auto pysyy paikallaan. (Spirduso ym. 2005, 136.)

Näköaistin ohella kinesteettinen järjestelmä hallitsee motoristen taitojen hankkimista ja oppimista. Kinesteettinen havaintokyky ei ole itsenäinen aistijärjestelmä vaan se sisältää useita erilaisia aistireseptoreita. Yksi kinesteettisen havaintokyvyn osa on somatosenso-

rinen aistijärjestelmä, joka voidaan jakaa ihon aistinsoluihin ja proprioseptoreihin. Ihon aistinsolut havaitsevat kosketusta, painetta, lämpötilaa ja kipua. Proprioseptorit, jotka sijaitsevat ihossa, lihaksissa, nivelissä ja sisäkorvan vestibulaarijärjestelmässä, ovat herkkiä liikkeen aiheuttamille ärsykkeille. (Gabbard, 2004, 184–185.) Proprioseptoreiden avulla olemme silmät suljettuinakin tietoisia raajojen asennoista sekä niiden liikkeiden suunnasta ja nopeudesta (Bjålie ym. 2002, 104).

Jalkapohjien tuntoa ja painetta aistivilla reseptoreilla on tärkeä merkitys pystyasennon säätelyssä (Spirduso ym. 2005, 180). Ikääntyessä tuntoaistin herkkyys alenee, mikä johtuu esimerkiksi jalkapohjien kovettumista, jolloin jalkapohjista saatu tieto asennon muutoksista heikkenee ja asennon korjausliikkeet voivat muuttua epätarkoituksenmukaisemmiksi (Era, 1997). Gabbardin mukaan (2004, 201) tuntoaistin herkkyyden vähenemisen määrä kuitenkin vaihtelee suuresti henkilöiden välillä ja eroaa myös eri kehonosien suhteen. Joillakin ikääntyvillä esiintyy myös lämpötilan ja kivun tuntemisen heikkenemistä (Haywood, 1993, 216). Ikääntyessä lihasten ja jänteiden reseptoreiden määrä sekä herkkyys vähenevät. Tämä johtaa epätarkempaan tietoon raajojen asennoista erityisesti kehon liikkuessa. Heikentyneet aistihavainnot ovat erityisen ongelmallisia tilanteissa, jotka vaativat nopeaa asennon muutosta esimerkiksi tasapainon horjuessa yllättäen. Toiminnallisesti somatosensorisen järjestelmän heikkeneminen johtaa siihen, että ikääntyvät joutuvat luottamaan enemmän näköaistiin ja vestibulaarijärjestelmään asennon ylläpitämisessä. (Spirduso ym. 2005, 138.)

4.4 Muutokset lihasvoimassa ikääntyessä

Ikääntyminen aiheuttaa sekä rakenteellisia että toiminnallisia muutoksia hermo-lihasjärjestelmässä: ääreishermostossa ja hermo-lihasliitoksissa tapahtuu rappeutumista ja hermoimpulssien eteneminen ääreishermostossa hidastuu. Nämä muutokset johtuvat toisaalta elimistön hormonaalisista muutoksista sekä vähentyneestä harjoitusvaikutuksesta. (Häkkinen, 1990, 176; Spirduso 1995, 164.) Ikääntyessä proprioseptorisen järjestelmän toiminta heikkenee ja tieto kehon osien asennoista suhteessa toisiinsa muuttuu epätarkemmaksi (Era, 1997.)

Ensisijainen syy lihasvoiman heikkenemiseen on lihasmassan väheneminen iän myötä. Ikävuosien 30 ja 70 välillä keskimääräinen lihasmassan väheneminen on 25–30 %. On raportoitu, että 80 ikävuoteen mennessä lihasmassan väheneminen voi olla jopa 50 %. (Gabbard, 2004, 370.) Lihasten koko ja voima pysyvät miltei muuttumattomina 50–60 ikävuoteen asti. Tämän jälkeen alkaa lihasmassan pieneneminen. Vanhenevalle lihakselle on ominaista sidekudoksen ja rasvan osuuden kasvaminen. Lihasmassan ja lihasvoiman vähentyminen johtuu osittain lihassolujen vähentymisestä, osittain lihassäikeiden pienentymisestä. (Gabbard, 2004, 370; Sipilä & Rantanen, 2003; Timonen & Koivula, 2001, 244–245.) Nopeiden lihassolujen määrä suhteessa hitaisiin lihassoluihin vähenee enemmän. Lihasvoimien heikkeneminen tapahtuu eri tahtiin eri lihaksissa. Alaraajojen käyttö vanhetessa vähenee enemmän kuin yläraajojen käyttö. Ilmeisesti tästä johtuu se, että ikääntymiseen liittyvä lihasheikkous on nopeampaa alaraajojen lihaksissa kuin vartalon ja yläraajojen lihaksissa. (Timonen & Koivula, 2001, 244–245; Gabbard, 2004, 370.)

Maksimivoiman määrä näyttäisi vähenevän rinnakkain lihasmassan kanssa (Gabbard, 2004, 370). Toisaalta maksimivoiman määrään vaikuttaa mitattava lihas (ala-/ ylävartalo), mittaustapa (isometrinen, konsentrinen, eksentrinen) sekä henkilön fyysisen aktiivisuuden määrä ja sairaudet (Spirduso ym. 2005, 109). Ikääntymisen myötä maksimivoima laskee aluksi hitaasti, mutta 50–60 ikävuoden jälkeen tapahtuu jyrkempi käänne alaspäin. Maksimivoiman laskuun vaikuttaa todennäköisesti lihasmassan lisäksi myös hermoston heikentynyt kyky lihasten motoristen yksiköiden maksimaalisessa aktivoinnissa. (Kaikkonen, 2001, 220.)

Nopeaa voimantuottoa tarvitaan monissa päivittäisissä toiminnoissa, kuten istumasta seisomaan nousemisessa tai asennon korjausliikkeissä horjahduksen jälkeen. Lihasten voimantuottoteho, jolla tarkoitetaan tuotetun voiman ja liikenopeuden tuloa, heikkenee aikaisemmin ja nopeammin kuin lihasvoima. Näin ollen nopeaa voimantuottoa vaativista tehtävistä suoriutuminen vaikeutuu ikääntymisen myötä. (Sipilä & Rantanen, 2003.) Päivittäisten toimintojen kuten esimerkiksi portaiden kiipeämisen ja tuolista ylösnousemisen edellytys on, että lihasten tuottama voima on suurempi kuin maan kehon massaan kohdistama vetovoima. Jos lihakset eivät pysty tuottamaan tätä tarvittavaa voimaa, suoritus ei ole mahdollinen. Iän, fyysisen aktiivisuuden vähenemisen ja eri sairauksien

seurauksena lihasvoima saattaa lopulta pudota tasolle, joka ei enää riitä päivittäisiin rutiineihinkaan. (Rantanen & Sakari-Rantala, 2003.)

4.5 Muutokset toimintakyvyssä ikääntyessä

Toimintakyky -käsite voidaan määritellä eri tavoin eikä yleisesti hyväksyttyä käsitteistöä ole olemassa (Heikkinen, 1997). Karvinen (1999, 11) esittää fyysisen toimintakyvyn liikuntakykyisyydeksi, joka mahdollistaa ihmisen selviytymisen päivittäisistä askareista. Päivittäisistä toiminnoista selviytymisen eli ADL (activities of daily living) -käsitettä on käytetty keskeisenä toimintakyvyn käsitteenä iäkkäitä ihmisiä tutkittaessa. ADL -toimintakyky on siinä mielessä suhteellinen käsite, että kyky selviytyä päivittäisistä toiminnoista ei riipu ainoastaan yksilön toimintakyvystä, vaan myös ympäristön toimintaedellytyksistä ja -vaatimuksista. ADL -käsite on myös dynaaminen eli ympäristö ja yksilön toimintakyky muuttuvat ajan mukana. Toimintakyvyn taso voi vanhoilla ihmisillä vaihdella jopa päivästä toiseen. Toimintakyky voidaan määritellä myös yleistettävänä toimintakykynä, jolloin huomio kohdistetaan koko toimintakyvyn eri ulottuvuuksiin (fyysinen, psyykkinen ja sosiaalinen toimintakyky). Keskeisenä tavoitteena voidaan pitää sellaista toimintakykyä, jonka avulla itsenäinen selviytyminen ja autonominen elämä jatkuisivat mahdollisimman pitkään. (Heikkinen, 1997.)

Iän lisääntyessä fyysinen toimintakyky heikkenee, joka johtuu biologisesta vanhenemisesta, mutta myös ihmisen sopeutumisesta matalampaan toimintatasoon. Itsenäinen selviytyminen vaikeutuu ketteryyden, liikenopeuden, koordinaation ja tasapainon heiketessä. Muutokset tasapainon säätelyssä, ryhdissä ja liikkeissä ovat erittäin yksilöllisiä. Hidas ja ponneton tapa liikkua heikentää näkyvästi motoriikkaa. (Salmelin, 2001, 299; Spirduso, 1995, 179.) Ikääntymiseen liittyvät muutokset ihmisen psyykkisissä ja sosiaalisissa toiminnoissa eivät ole samalla tavalla sidoksissa biologiseen vanhenemisprosessiin kuin fyysinen ja havaintomotorinen toimintakyky. Psyykkiseen ja sosiaaliseen toimintakykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa sosiaalinen asema, koulutus, elämänkokemukset ja sosiaalinen aktiivisuus. Myös yhteiskunnassa vallitsevat asenteet, arvot, perherakenteet sekä elin- ja asuinolot vaikuttavat iäkkäiden ihmisten sosiaaliseen osallistumiseen. (Heikkinen, 1997.)

4.6 Asennonhallinta ja ikääntymisen vaikutus siihen

Asennon ylläpitoon liittyvä elinjärjestelmä voidaan jakaa aistitiedon lähteisiin, tarvittaviin korjausliikkeisiin, raajojen ja vartalon lihaksiin ja nämä yhdistävään hermojärjestelmään. (Era, 1997; Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 165.) Kunkin aistikanavan antaman tiedon osuus vaihtelee olosuhteiden ja tilanteiden mukaan. Esimerkiksi näön kautta saatavan tiedon merkitys voi olla asennon ylläpitoa edistävää kuten esimerkiksi hyvässä valaistuksessa ja vastaavasti hämärässä merkitys on pienempi. Merkitys voi olla myös asennonhallintaa erittäin paljon häiritsevä kuten esimerkiksi pyörivässä ympäristössä. Ulkoisen olosuhteet ja ympäristö siis määrittelevät millaista aistitietoa on käytettävissä kehon asennosta. (Era, 1997.)

Asentoa voidaan ylläpitää ainakin kolmen erilaisen strategian avulla. *Nilkkastrategiassa* koko keho liikkuu yhtenä kokonaisuutena nilkoista tapahtuvan liikkeen avulla. Sitä käytetään pienissä liikkeissä kuten esimerkiksi huojunnan estämisessä. Myös pienissä tönäisyissä nilkkastrategiaa käytetään usein huomaamatta asennon ylläpitämiseksi. (Spirduso ym. 2005, 133–134.) Nilkkastrategia vaatii nilkkaa ympäröivien lihasten riittävää voimaa sekä nivelten liikkuvuutta (Shumway-Cook & Woollacott, 2001, 174.) Henkilön tulee myös tuntea alusta jalkapohjissaan. Ikääntyvillä tuntoaistin heikkeneminen voi vaikeuttaa nilkkastrategian käyttöä. (Spirduso ym. 2005, 133–134.)

Lonkkastrategiaa käytettäessä aktivoidaan isompia lonkan alueen lihaksia. Lonkkastrategiaa käytetään kun painopistettä joudutaan siirtämään nopeasti. Tällöin ylävartalo liikkuu päinvastaiseen suuntaan kuin alavartalo. Lonkkastrategian käyttö asennonhallinnassa edellyttää enemmän lihasvoimaa ja liikelaajuutta lonkan alueella verrattuna nilkkastrategiaan. Erityisesti sivuttaissuuntaisessa huojunnassa lonkan lähentäjä- ja loitontajalihaksilla on suuri merkitys. (Spirduso ym. 2005, 133–134.) Loitontajien ja lähentäjien lihasheikkous voi aiheuttaa sivuttaissuuntaisen kaatumisen ja suuri osa lonkkamurtumista aiheutuu tällaisissa kaatumisissa (Sandström, 1998b, 30).

Askellusstrategiaa joudutaan käyttämään kaatumisen ehkäisemiseksi kun painopiste siirtyy tukipinnan ohi, tai liike on niin nopea, ettei lonkkastrategiasta ole hyötyä. Askellusstrategiassa joudutaan ottamaan yksi tai useampia askelia uuden tukipinnan löytämiseksi ja kaatumisen ehkäisemiseksi. Askellusstrategian käyttöön vaikuttavat alaraajojen

voimataso sekä se, kuinka nopeasti askel pystytään ottamaan. Keskushermoston prosessoinnin taso vaikuttaa todennäköisesti ikääntyvillä tämän strategian käyttöön. Myös lonkan liikkuvuus vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti ja kuinka pitkän askeleen henkilö kykenee ottamaan. (Spirduso ym. 2005, 133–134.)

5 IKÄÄNTYVIEN IHMISTEN TASAPAINON JA LIHASVOIMAN HARJOITTAMINEN

5.1 Tasapainon merkitys ja kaatumistapaturmat

Kaikki tasapainoa vaativat liikkeet vaativat useiden rakenteiden, kuten lihasten ja hermoston toiminnan onnistunutta yhdistämistä. Heikkeneminen jollain osa-alueella voi hankaloittaa tasapainon hallintaa. Esimerkiksi aivosolujen kato ikääntyessä voi heikentää kykyä käyttää proprioseptoreiden informaatiota. Tämän johdosta kinesteettinen tieto kehonosien asennoista on epätarkkaa ja näin ollen tarkka asennonhallinta estyy. (Gabbard, 2004, 372.) Ikääntyessä asentohuojunta esimerkiksi paikallaan seistessä on merkittävästi suurempaa kuin nuoremmilla ja etenkin naisilla suhteessa miehiin. Suurin ero nuorempiin nähden syntyy asennon korjaustilanteissa. Esimerkiksi tasapainon häiriintyessä ikääntyneillä tasapainoisen asennon palauttaminen kestää pidempään. (Spirduso, 1995, 156.) Tasapainon hallinta on edellytyksenä liikkumiskyvylle. Myös päivittäisistä toiminnoista selviytyminen vaatii tasapainon hallintaa ja ikääntyvien itsensä mielestä juuri tasapainoon liittyvät ongelmat ovat yleisimpiä arkielämää rajoittavia tekijöitä. (Pajala ym. 2003.)

Iäkkäillä henkilöillä heikentynyt asennonhallinta liittyy kasvaneeseen kaatumisriskiin ja se on yksi kaatumistapaturmien taustatekijä (Pajala ym. 2003). Etenkin vanhemmilla ihmisillä nämä tapaturmat johtavat usein luunmurtumiin ja muihin vammoihin, joista osa voi olla pitkän kuntoutumisen vaativia. Pahimmillaan ne voivat edesauttaa pysyvään laitoshoitoon joutumista. (Era, 1997.) Kaatumiset eivät ole normaali ikääntymisprosessiin kuuluva osa. Kaatumisia alkaa esiintyä ikääntyvillä kun iän ja sairauksien mukanaan tuomat muutokset liikkumiskyvyssä, liikkuvuudessa ja asentoa ylläpitävissä järjestelmissä ovat jo hyvin pitkällä. Vaikkei kaatumisesta tulisikaan vammoja, se voi johtaa kaatumisen pelkoon sekä fyysisten ja sosiaalisten aktiviteettien rajoittamiseen. (Spirduso ym. 2005, 150.) Tämän johdosta voi syntyä noidankehä, missä henkilö rajoittaa liikkumistaan kaatumisten pelossa, hänen fyysinen toimintakyky heikkenee ja kaatumisten riskitekijät näin ollen lisääntyvät. Gallahuen ja Ozmunin (2002, 388) mukaan ikääntyvä henkilö voi jopa alkaa välttämään jokapäiväisiä toimintoja kuten peseytymistä ja pukeutumista. Myös kognitiiviset häiriöt on tunnistettu olennaiseksi riskitekijäksi ikääntyvien

kaatumisissa. Haitalliset muutokset tarkkaavaisuudessa, muistissa ja älykkyydessä vaikuttavat ikääntyneiden kykyyn ennakoida ja sopeutua ympäristön muutoksiin. (Spirduso ym. 2005, 140.)

5.2 Tutkimuksia tasapainon harjoittamisesta

Tasapaino käsitetään motoriseksi taidoksi. Tämän vuoksi voidaan olettaa, että se voi parantua harjoituksen avulla kuten mikä tahansa taito. (Horak, Henry & Shumway-Cook, 1997.) Ikääntyneisiin henkilöihin kohdistuneissa tutkimuksissa on huomattu, että fyysisesti aktiivisten iäkkäiden henkilöiden tasapainokyky on yleensä parempi kuin vähemmän aktiivisilla. On osoitettu, että myös myöhemmällä iällä fyysisesti aktiivisen elämäntavan omaksuneiden tasapaino oli keskimäärin parempi kuin niillä henkilöillä, jotka olivat olleet nuorina aktiivisia, mutta luopuneet elämäntavastaan myöhemmin. (Suominen ym. 2000.)

Tasapainon parantamiseen tähtääviä tutkimuksia on tehty viime vuosina useita, mutta tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Jos tasapainoa on mitattu useammalla tavalla, on osalla mittareista saatu positiivisia vaikutuksia ja osalla ei. Harjoitusmenetelmät ovat olleet erilaisia tasapainoharjoituksia, voimaharjoittelua, aerobista harjoittelua, Tai Chitä ja erilaisia yhdistelmiä edellisistä. Tähän mennessä parhaita tuloksia on saavutettu interventioissa, jotka keskittyvät tasapainoharjoituksiin tai lihasvoiman lisäämiseen. Tasapainoharjoittelussa on käytetty erilaisia kävelyharjoitteita, tanssin tai tanssiaskelien harjoittelua, yhdellä jalalla ja jalat peräkkäin seisomista silmät auki ja kiinni sekä harjoitteita erilaisten välineiden, kuten tasapainolautojen, trampoliinin ja terapiapallon, avulla. (Sakari-Rantala, 2003, 32–33.)

Judge, Lindsey, Underwood & Winsemius (1993) tutkivat yhdistetyn lihasvoima-, kävely- ja asennonhallintaharjoitteiden vaikutusta tasapainoon. Kahden jalan seisoma-asennossa ei tapahtunut muutosta, mutta yhden jalan seisonta parantui 17 %. Parannus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävä kun sitä verrattiin pelkkää liikkuvuusharjoittelua tekevään ryhmään. Madureiran ym. (2007) tutkimuksessa tasapainoharjoittelu paransi tehokkaasti osteoporoosia sairastavien tutkittavien dynaamista ja staattista tasapainoa sekä liikkumiskykyä. Harjoittelujakso myös vähensi kaatumisia.

Lindemann, Rupp, Mache, Nikolaus ja Becker (2004) vertasivat tietokoneavusteista spesifiä tasapainoharjoittelua ja monipuolisempaa kotiharjoittelua toisiinsa. Tietokoneavusteisessa harjoittelussa henkilön tuli ylläpitää seisoma-asentoa epätasaisella alustalla joko jalat vierekkäin tai vaikeammassa suorituksessa yhdellä jalalla. Kotiharjoittelu sisälsi erilaisia harjoitteita seisoma-asennossa, kävellessä ja erilaisten välineiden avulla. Tietokoneavusteinen tasapainoharjoittelu paransi koehenkilöiden tasapainoa, mutta kotiharjoittelu ei. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (p=0.3934).

Sihvosen (2004) tutkimuksessa näköpalautteeseen perustuva tietokoneavusteinen neljä viikkoa kestävä harjoitusohjelma paransi tilastollisesti merkitsevästi koehenkilöiden dynaamisen painonsiirtotestin suoritusaikaa. Myös toiminnallisesta tasapainotestistä suoriutuminen parani harjoitusryhmällä kontrolliryhmään verrattuna. Tutkimuksessa seurattiin kaatumisia vuoden ajan ja tasapainoharjoittelulla oli tilastollisesti merkitsevä kaatumisilta suojaava vaikutus.

Karinkanta, Heinonen, Sievänen, Uusi-Rasi ja Kannus (2005) tutkivat elämänlaadun ja tasapainon yhteyttä terveillä 70–78- vuotiailla kotona asuvilla naisilla. Tutkimuksessa todettiin paremman alaraajojen lihasvoiman korreloivan paremman tasapainon kanssa. Lisäksi mitä paremmin he suoriutuivat 8 -juoksutestistä, sitä paremmat pisteet he saivat elämänlaatukyselystä.

Orrin, Raymondin ja Singhin (2008) tutkimuskatsaukseen oli koottu 29 tutkimusta (N=2174), joissa oli tutkittu progressiivisen eli nousujohteisesti etenevän vastusharjoittelun vaikutusta ikääntyvien henkilöiden tasapainoon. Tasapainotestit jaoteltiin staattiseen, dynaamiseen, toiminnalliseen ja tietokonepohjaiseen asennonhallintatestiin. Tutkimuksista ei saatu näyttöä sille, että progressiivinen vastusharjoittelu parantaisi ikääntyvien henkilöiden tasapainoa. Toisaalta kaikissa tutkimuksissa tasapaino oli vain yksi muuttuja, jota tutkittiin eli tutkimuksia ei ollut optimaalisesti suunniteltu tasapainon kehittämiseksi. Heikko lihasvoima ei näyttäisi olevan tärkein tasapainoon vaikuttava muuttuja, vaan siihen vaikuttavat monet tekijät.

5.3 Tutkimuksia lihasvoiman harjoittamisesta

Lihasvoimalla on suuri merkitys iäkkäiden ihmisten itsenäisen toiminta- ja liikkumiskyvyn kannalta. Lisäksi hyvä alaraajojen lihasvoima suojaa kaatumistapaturmilta. Lihaskudos on hyvin herkkä fyysisen aktiivisuuden muutoksille. Esimerkiksi vuodelepo johtaa nopeasti lihaskudoksen määrän vähenemiseen ja voiman laskuun. Toisaalta lihasvoimassa ja massassa voidaan nähdä lisääntymistä jo muutaman kuukauden intensiivisen harjoittelun seurauksena. Tehokkaimmin lihasvoimaa ja massaa lisää kuntosaliharjoittelu, jonka aikana harjoitettavat lihakset työskentelevät suhteellisen suurta ulkoista vastusta vastaan. Harjoittelun tulisi olla progressiivisesti eli nousujohteisesti etenevää, jossa harjoitusvastusta lisätään voiman kasvamisen myötä. Progressiivisen voimaharjoittelun on todettu olevan turvallista myös iäkkäille ihmisille (Sipilä, 2008.)

Latham, Bennett, Stretton & Anderson (2004) julkaisivat katsauksen, johon he olivat systemaattisesti keränneet satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia ikääntyvien progressiivisesta vastusharjoittelusta. Katsauksen tarkoituksena oli selvittää progressiivisen vastusharjoittelun vaikutus ikääntyvien toiminnanvajausten ehkäisyssä. Katsaukseen hyväksyttyjen 62 tutkimuksen (N=3674) perusteella progressiivisella vastusharjoittelulla on erittäin merkittävä positiivinen vaikutus jalkojen ojentajien voimaan (N=1955) ja aerobiseen suorituskykyyn (N=212), jota mitattiin kuuden minuutin kävelytestillä. Myös tuolilta ylösnousuun (N=185) vastusharjoittelulla oli merkittävä positiivinen vaikutus. Kävelynopeuteen (N=798) vaikutus oli kohtuullinen. Progressiivisen vastusharjoittelun vaikutus toiminnanvajausten ehkäisyyn ja toimintakyvyn parantamiseen jäi kuitenkin epäselväksi.

6 TUTKIMUSTEHTÄVÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia muutoksia kaksi kertaa viikossa tehtävä telinerataharjoittelu aiheuttaa tasapainossa ja lihasvoimassa ikääntyvillä henkilöillä. Tutkimus on kvantitatiivinen kokeellinen tutkimus.

1. Minkälaisia vaikutuksia on kolmen kuukauden mittaisella telinerataharjoittelulla:
    a. lihasvoimaan?
    b. tasapainoon?

Kolme kuukautta harjoittelevien testituloksia verrattiin kontrolliryhmän mittaustuloksiin. Kontrolliryhmä ei osallistunut tutkimusjakson aikana ohjattuun telinerataharjoitteluun.

2. Jatketun harjoittelun vaikutus:
    a. Minkälaisia vaikutuksia kuuden ja yhdeksän kuukauden mittaisella telinerataharjoittelulla on lihasvoimaan ja tasapainoon?

7 TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT

7.1 Tutkimuksen kohdejoukko

Tutkimukseni on osa Ikämoto -projektia, joka on Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin liikuntatoimen yhteinen hanke. Ikämoto -tutkimuksen tavoitteena on selvittää liikuntaradan soveltuvuus ikääntyvien ihmisten kehon hallinnan kehittämiseen ja ylläpitämiseen. Ensimmäisen kerran Ikämoto -projektista tiedotettiin Jyväskylän yliopiston ikääntyvien yliopiston luennolla keväällä 2007 ja tutkimuksesta kiinnostui suuri joukko ikääntyviä henkilöitä.

Harjoittelussa oli mukana sekä miehiä että naisia, mutta suljin miehet pois analyyseistä koska heitä oli vähemmän ja ei olisi ollut mielekästä tehdä erittelyjä tuloksista sukupuolen perusteella. Koe- ja kontrolliryhmissä oli myös eri määrä miehiä, joten vertailu ei olisi ollut luotettavaa. Ryhmä 1 (N= 41) harjoitteli noin kolmen kuukauden ajan jonakin lukukautena kevään 2007 ja syksyn 2008 välillä. Ryhmä 2 (N= 26) koostuu henkilöistä, jotka jatkoivat harjoittelua kahden lukukauden ajan eli kuuden kuukauden ajan joko syksyn 2007 ja kevään 2008 tai keväästä 2008 syksyyn 2008. Ryhmä 3 (N= 16) harjoitteli kolmen lukukauden ajan eli noin yhdeksän kuukauden ajan syksystä 2007 syksyyn 2008. Kontrolliryhmälle (N= 14) tehtiin alku- ja loppumittaukset syksyn 2007 aikana (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Tutkimukseen osallistuneet ryhmät

<table>
<tr><td>Ryhmä 1</td><td>Harjoitusjakso</td><td>Harjoitusjakso</td><td>Harjoitusjakso</td><td>Harjoitusjakso</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ryhmä 2</td><td></td><td colspan="2">Harjoitusjakso</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">Harjoitusjakso</td></tr>
<tr><td>Ryhmä 3</td><td></td><td colspan="3">Harjoitusjakso</td></tr>
<tr><td>Kontrolli</td><td></td><td>Kontrolliryhmä</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Kevät 2007</td><td>Syksy 2007</td><td>Kevät 2008</td><td>Syksy 2008</td></tr>
</table>

7.2 Aineiston keruu

IKÄMOTO -telineradan on suunnitellut Jyväskylän yliopiston liikuntatieteiden laitoksen telinevoimistelun lehtori Erkki Tervo. Liikkeet on kehitelty telinevoimisteluliikkeiden pohjalta, mutta telineradan liikkeet ovat pelkistettyjä liikemalleja. Liikkeitä ja harjoitteluympäristöä on sovellettu ikääntyville sopiviksi esimerkiksi käyttämällä korokkeita.

Ikääntyvät harjoittelivat kaksi kertaa viikossa ja yksi harjoituskerta sisälsi 10–15 minuutin lämmittelyosuuden, minkä jälkeen ikääntyvät kiersivät eri telinepisteitä noin 45 minuutin ajan. Tämän jälkeen venyteltiin ja rentouduttiin. Liikkeitä vaikeutettiin harjoittelun edetessä ja annettiin erilaisia vaihtoehtoja. Telineratataharjoittelun pisteet olivat: mäki, riipunta ja heilunta, penkki ja koroke (hypyt), kalteva penkki ja puomi, kaaripukki (hyppyteline), käsinseisonta ja kärrynpyörä, nojapuut, trampetti, ilmavolttirata, vatsalauta ja erilaiset tasapainoiluvälineet. Ikääntyvät saivat harjoitella omaan tahtiin ja pitää taukoja itselle sopivissa kohdissa. Välillä kokoonnuttiin yhdessä opettelemaan uusia liikkeitä tai käytiin läpi liikkeiden ydinkohtia. Liitteenä ovat tarkemmat kuvaukset eri liikkeistä ja niiden kehittelyvaiheista eritasoisille liikkujille.

7.3 Tutkimuksessa käytetyt mittarit ja niiden luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta arvioin reliabiliteetin ja validiteetin avulla. Tutkimuksen luotettavuus on suoraan verrannollinen mittareiden luotettavuuteen. Reliabiliteetti tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta (Metsämuuronen, 2005, 64–65, 109) eli kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2004, 216). Mikäli mittari on reliaabeli, samaa ilmiötä monta kertaa mitattaessa tulokset ovat melko samanlaisia. (Metsämuuronen, 2005, 65). Validiteetti tarkoittaa mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2004, 216.) Validiteetti voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Tutkimuksen sisällön validiteetti tarkastelee ovatko mittarissa tai tutkimuksessa käytetyt käsitteet teorian mukaiset. (Metsämuuronen, 2005, 65.) Tutkimuksessani käytetyt mittarit ovat yleisesti käytössä olevia valmiita mittareita, mikä lisää validiteettia. Ulkoinen validiteetti käsittää tarkastelun siitä, kuinka yleistettävä tutkimus on (Metsämuuronen, 2005, 65).

Tutkimukseni otanta ei ollut satunnaistettu, vaan siihen hakeutui ikääntyviä, jotka olivat harjoittelusta kiinnostuneita. Tämän johdosta tutkimustuloksia ei voida yleistää kaikkia Suomessa asuvia yli 65-vuotiaita naisia koskeviksi.

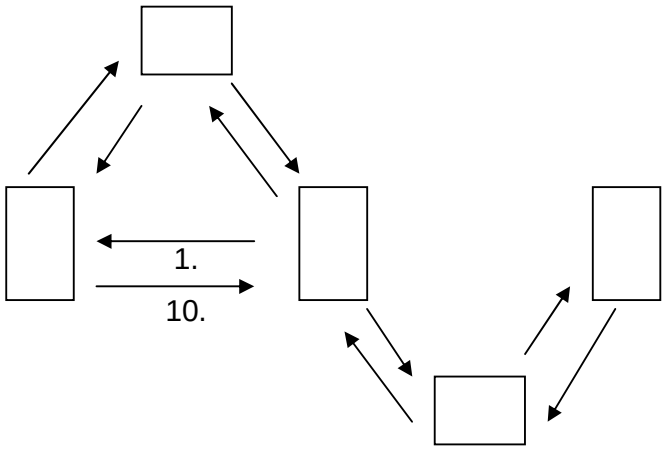
Koehenkilöille tehdyt testit mittasivat motorisia perustaitoja tasapainon ja liikkumistaitojen osalta. Koehenkilöille tehtiin alkumittaukset ennen harjoittelujakson alkamista ja loppumittaukset heti harjoittelujakson jälkeen. Koehenkilöt lämmittelivät testejä varten samalla tavalla kuin ennen telinerataharjoittelua. Lämmittely sisälsi askelluksia, taivutuksia, kiertoliikkeitä, käsien pyörittelyjä ja kevyitä venytyksiä. Testien suoritusjärjestystä ei ollut vakioitu, vaan koehenkilöt pystyivät suorittamaan testit haluamassaan järjestyksessä. Testien vastaanottajina toimivat telinerataharjoittelun ohjaajat ja gradujen tekijät. Testejä valvoi kokenut testaaja, joka myös toimi tasapainotestin teettäjänä. Tasapainotesti on tietokonepohjainen ja se vaati kokeneen testaajan. Testien arviointikriteerit ja suoritustekniikka olivat samat jokaisella testikerralla.

Tasapainotestit suoritettiin Metitur Oy:n kehittämällä Good Balance –latteistolla. Testejä on käytetty useissa tutkimuksissa (Era ym. 2006; Pajala ym. 2008; Sihvonen, Sipilä, Taskinen & Era, 2004). Tasapainotesteissä mitattiin sekä staattista että dynaamista tasapainoa. Testeissä testattava seisoo kolmion muotoisella voimalevyllä, joka on yhteydessä näytöllä varustettuun tietokoneeseen. Tasapainon mittaus perustuu seisoma-alustaan eli voimalevyyn kohdistuvien pystysuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin. Pystysuuntaisia voimia mittaavat vastus/ venymäliuska -tyyppiset anturit, joiden toiminta perustuu teräksisen rakenteen vähäisiin muodonmuutoksiin rekisteröinnin aikana. Anturit on mitoitettu siten, että ne havaitsevat hyvinkin pieniä voimatason muutoksia ja sitä kautta asennon muutoksia. (Metitur, 2003.) Tulosmuuttujina tasapainomittauksissa käytetään kehon sivuttaissuuntaisen huojunnan ja eteen-taakse suuntaisen huojunnan nopeutta (mm/s) sekä keskimääräistä vauhtimomenttia (mm^2/s), joka rekisteröi huojunnan laajuuden suhteessa huojunnan nopeuteen. Vauhtimomentti ilmaisee painopisteen liikkeen peittämän keskimääräisen pinta-alan jokaisen testisekunnin aikana. (Era ym. 2006.)

Staattista tasapainoa mitattiin kolmella eri tavalla; silmät auki kahdella jalalla seisten, silmät kiinni kahdella jalalla seisten ja semi-tandem asennossa silmät auki seisten. Kahdella jalalla seistessä koehenkilöille annetaan ohje etsiä hyvä tasapainoinen asento, pitää

kädet edessä yhdessä ja katsoa suoraan eteenpäin. Testiaika on 30 sekuntia. Semi-tandem asennossa jalat ovat osittain vierekkäin niin, että toisen jalan isovarvas koskettaa toisen jalan kantapäätä. Kädet saavat olla vapaasti sivuilla. Testiaika on 20 sekuntia. (Era ym. 2006.)

Dynaamista tasapainoa mittaavassa testissä koehenkilön tuli käydä tietokoneen näytöllä näkyvä reitti läpi mahdollisimman nopeasti ja virheettömästi läpi. Koehenkilön tuli seistä voimalevyllä noin 30 cm:n levyisessä haara-asennossa. Kädet saivat olla vapaasti sivuilla. Tietokoneen näytöllä näkyvää kursoria liikutettiin kehon painopistettä siirtämällä. Ruudulla piti kulkea eri pisteiden kautta, tietokoneen näyttämässä järjestyksessä. Muuttujina testissä käytettiin testiin käytetty aika ja kuljettu matka millimetreinä. Ruudulla näkyvä testirata on kuvattu alla olevassa kuviossa.



KUVIO 1. Dynaamisen tasapainon mittausrata tietokoneruudulla.

Tasapainotestien tulokset on esitetty numeerisina arvoina välillä 0–100. Tulos on sitä parempi, mitä lähempänä sataa se on. Dynaaminen tasapainotesti suoritettiin neljä kertaa, joista otettiin huomioon kaksi parasta tulosta ja niistä laskettiin keskiarvo.

Kahdeksikkojuoksutestiä käytetään yleisesti ketteryyden (Rinne ym. 2006) ja dynaamisen tasapainon testinä (Carter ym. 2002). Rinne ym. (2006) käyttivät kahdeksikkojuoksutestiä tutkiessaan aivovammasta kuntoutuvia miehiä. Juoksumatka oli 10 metriä ja koehenkilöiden tuli kiertää kahdeksikon muotoinen rata kaksi kertaa. (Rinne ym. 2006.) Carterin ym. (2002) tutkimuksessa kahdesta juoksukerrasta otettiin huomioon nopeamman kierroksen aika. Tutkimuksessani koehenkilöt kiersivät kahdeksikon muotoisen radan kaksi kertaa. UKK-terveyskuntotestistön mittausohjeen mukaan suorituksesta otetaan aika ja tulokseksi kirjataan parempi kahdesta suorituksesta. Mitä nopeampi suoritus, sitä parempi testattavan tasapaino on. (UKK-instituutti 2005.)

Käden puristusvoimaa on usein käytetty laajoissa epidemiologisissa tutkimuksissa lihasvoiman indikaattorina, johtuen siitä, että puristusvoiman mittaus on helppo tehdä ja siten helppo toteuttaa myös suurelle osallistujajoukolle. Tulokset korreloivat hyvin muiden lihasryhmien tulosten kanssa. (Rantanen & Sakari-Rantala, 2003.) Hieman yli 6000 osallistujan tutkimus osoittaa, että käden puristusvoima keski-iässä ennustaa toiminnanvajausten riskiä 25 vuoden päähän. Henkilöillä, joilla oli huono käden puristusvoima keski-iässä, oli kaksi - kolminkertainen riski myöhemmällä iällä kärsiä toiminnanvajauksista verrattuna niihin henkilöihin, joiden puristusvoima keski-iässä oli hyvä. (Rantanen ym. 1999.) Tutkimuksessani koehenkilöiltä mitattiin käden puristusvoima kaksi kertaa molemmista käsistä ja paremmat tulokset otettiin huomioon. Puristusvoimatesti ja tuolilta ylösnousutesti suoritettiin valtiokonttorin toimintakykytyöryhmän suunnitteleman TOIMIVA -testistön mukaan (http://www.valtiokonttori.fi/public/default.aspx?nodeid=16572).

Tuolilta ylösnousulla mitattiin alaraajojen voimantuottokykyä, mikä on liikkumisen ja tasapainon kannalta tärkeää. Testissä tutkittavan tulee nousta tuolilta viisi kertaa ylös seisomaan niin, että kädet pidetään rinnan päällä ja joka kerta tuolille istuessa selkä osuu selkänojaan. Testissä mitataan koehenkilön käyttämä aika viiteen ylösnousuun. Testaaja antaa aloituskäskyn ja ajanotto päättyy kun koehenkilö on noussut seisomaan suorille jaloille viidennen kerran.

7.5 Tilastolliset analyysit

Analysoin testituloksia SPSS for Windows 14.0 tilastoanalyysiohjelmalla. Tulosten tilastollista merkitsevyyttä tarkastelin kolmella merkitsevyystasolla: $p<.05$ (*) melkein merkitsevä, $p<.01$ (**) merkitsevä ja $p<.001$ (***) erittäin merkitsevä. Tutkin muuttujien normaalijakautuneisuutta Shapiro-Wilkinin testillä, jota käytetään pienillä (<50) aineistoilla. Testillä on taipumus hylätä normaalijakaumaoletus liian herkästi, minkä vuoksi usein suositellaan myös silmämääräistä graafista menetelmää normaalisuuden arvioimiseksi (Metsämuuronen, 2005, 594). Koeryhmän alkumittauksissa puristusvoimamittaukset ja dynaaminen tasapainotesti olivat normaalisti jakautuneet ($p>0.05$). Kontrolliryhmän alkumittauksissa muut muuttujat paitsi kahdeksikkojuoksu ja tasapainotestit silmät auki ja kiinni olivat normaalisti jakautuneet (liite 2).

Koe- ja kontrolliryhmän välisten keskiarvoerojen vertailuun valitsin parametrittoman Mann-Whitneyn U-testin, koska tutkimukseni otoskoko on pieni ja kaikki muuttujat eivät olleet normaalisti jakautuneet. Mann-Whitneyn U-testiä tulisikin käyttää aina kun epäillään t-testin edellytysten olemassa oloa (Metsämuuronen, 2005, 361, 548). Tarkastelin Wilcoxonin merkkitestin avulla koeryhmän alku- ja loppumittausten keskiarvojen eroja. Wilcoxonin merkkitesti on parittaisen t-testin parametriton vastine (Metsämuuronen, 2005, 957). Tein myös vertailuajot riippumattomien otosten t-testillä sekä parittaisella t-testillä luotettavuuden lisäämiseksi.

8 TULOKSET

8.1 Kontrolliryhmän tulokset alku- ja loppumittauksessa

Tarkastelin kontrolliryhmän alku- ja loppumittausten tulosten eroja parametrittoman Wilcoxonin merkkitestin avulla (taulukko 3). Kontrolliryhmän kaikkien testien loppumittauksen tuloksissa on pieniä muutoksia verrattuna alkumittaukseen. Kontrolliryhmän oikean käden puristusvoiman keskiarvo parantui 3 kuukauden aikana 26,85 kg:sta 28,84 kg:aan ja keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p<0.01$). Vasemman käden puristusvoiman ja dynaamisen tasapainotestin keskiarvot parantuivat hieman ja keskiarvojen erot ovat tilastollisesti melkein merkitsevät ($p<0.05$).

TAULUKKO 3. Kontrolliryhmän tulokset alku- ja loppumittauksessa (Wilcoxonin merkkitesti)

Kontrolliryhmä N= 14	**ka**	**Z-arvo**	**p-arvo (1-suuntainen)**
alkumittaus	27,78		
kahdeksikkojuoksu		-0,596	0.276
loppumittaus	27,47		
alkumittaus	11,94		
tuolilta ylösnousu		-0,943	0.173
loppumittaus	11,55		
alkumittaus	26,85		
puristusvoima oikea		-2,922	0.002
loppumittaus	28,84		
alkumittaus	24,16		
puristusvoima vasen		-2,172	0.015
loppumittaus	26,08		
alkumittaus	22,29		
tasapaino silmät auki		-0,404	0.343
loppumittaus	21,21		
alkumittaus	22,86		
tasapaino silmät kiinni		-0,176	0.430
loppumittaus	21,79		
alkumittaus	40,07		
tasapaino semi-tandem		-0,105	0.458
loppumittaus	41,50		
alkumittaus	54,21		
tasapaino dynaaminen		-1,784	0.037
loppumittaus	59,64		

8.2 Koeryhmän tulokset alku- ja loppumittauksessa

Koeryhmän kahdeksikkojuoksun keskiarvo alkumittauksessa oli 19,05 sekuntia ja loppumittauksessa 17,64 sekuntia (taulukko 4). Juoksuun kulunut aika on siis pienempi loppumittauksessa eli koehenkilöt ovat suoriutuneet testistä nopeammin. Tutkin keskiarvojen eroa parametrittomalla Wilcoxonin merkkitestillä. Keskiarvojen ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0.001$). Koeryhmän tuolilta ylösnousun keskiarvo alkumittauksessa oli 10,03 sekuntia ja loppumittauksessa 8,42 sekuntia. Tuolilta ylösnousuihin kulunut aika on pienempi loppumittauksessa eli koehenkilöt ovat suoriutuneet testistä nopeammin. Keskiarvojen ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0.001$).

Koeryhmän oikean käden puristusvoiman keskiarvo alkumittauksessa oli 26,09 kg ja loppumittauksessa 27,58 kg. Puristusvoima oli hieman parantunut. Keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p<0.01$). Koeryhmän vasemman käden puristusvoiman keskiarvo alkumittauksessa oli 25,30 kg ja loppumittauksessa 25,98 kg. Puristusvoima oli hieman parantunut. Keskiarvojen ero ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä ($p > 0.05$).

Tasapainomittauksessa silmät auki alkumittauksen keskiarvo oli 22,51 ja loppumittauksessa 23,12. Tulos parantui hieman. Keskiarvojen ero Wilcoxonin merkkitestillä mitattuna ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p>0.05$). Tasapainomittauksessa silmät kiinni alkumittauksen keskiarvo oli 28,80 ja loppumittauksessa 25,95 eli tulos oli huonontunut. Keskiarvojen ero on tilastollisesti melkein merkitsevä ($p<0.05$). Semi-tandem testissä alkumittauksen keskiarvo oli 32,54 ja loppumittauksessa 40,85. Testattavat suoriutuivat lopputestistä paremmin. Keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p<0.01$). Dynaamisen tasapainotestin alkumittauksen keskiarvo oli 60,95 ja loppumittauksessa 64,54. Tulos oli parempi loppumittauksessa. Keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p<0.01$). Tulokset olivat samankaltaiset myös parittaisella t-testillä mitattaessa.

TAULUKKO 4. Koeryhmän tulokset alku- ja loppumittauksessa (Wilcoxonin merkki-testi)

Koeryhmä N= 41	**ka**	**Z-arvo**	**p-arvo (1-suuntainen)**
alkumittaus	19,05		
kahdeksikkojuoksu		-4,705	0.000
loppumittaus	17,64		
alkumittaus	10,03		
tuolilta ylösnousu		-5,203	0.000
loppumittaus	8,42		
alkumittaus	26,09		
puristusvoima oikea		-2,547	0.006
loppumittaus	27,58		
alkumittaus	25,30		
puristusvoima vasen		-1,491	0.068
loppumittaus	25,98		
alkumittaus	22,51		
tasapaino silmät auki		-0,337	0.368
loppumittaus	23,12		
alkumittaus	28,80		
tasapaino silmät kiinni		-1,740	0.041
loppumittaus	25,95		
alkumittaus	32,54		
tasapaino semi-tandem		-2,576	0.005
loppumittaus	40,85		
alkumittaus	60,95		
tasapaino dynaaminen		-2,832	0.003
loppumittaus	64,54		

8.3 Koe- ja kontrolliryhmän erot alku- ja loppumittauksissa

Koe- ja kontrolliryhmien tulisi olla niin toistensa kaltaisia kuin mahdollista ja vain harjoittelu erottaa nämä ryhmät toisistaan. Kokeen tulos ei myöskään ole täysin varma, mikäli ryhmiin valikoitumista ei ole satunnaistettu. (Metsämuuronen, 2005, 1136–1137.) Tutkimuksessani ryhmiä ei satunnaistettu koe- ja kontrolliryhmiin, joten kyseessä on puoli- eli kvasikokeellinen asetelma. Koeryhmän iän keskiarvo on 69,8 vuotta ja kontrolliryhmän 70,3 vuotta.

Koe- ja kontrolliryhmien keskiarvot erosivat alkumittauksessa toisistaan kaikissa testeissä. Kahdeksikkojuoksun keskiarvojen ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä

(p<0.001) ja tuolilta ylösnousun keskiarvojen ero melkein merkitsevä (p<0.05). Muiden testien keskiarvojen erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä (taulukko 5). Tulokset olivat hyvin samankaltaiset myös riippumattomien otosten t-testillä analysoitaessa.

TAULUKKO 5. Koe- ja kontrolliryhmien keskiarvojen erot alkumittauksessa (Mann-Whitneyn U-testi)

Testi		**ka**	**Z-arvo**	**p-arvo (2-suuntainen)**
kahdeksikkojuoksu	kontrolliryhmä	27,78	-4,096	0.000
	koeryhmä	19,05		
tuolilta ylösnousu	kontrolliryhmä	11,94	-2,297	0.022
	koeryhmä	10,03		
puristusvoima oikea	kontrolliryhmä	26,85	-0,396	0.692
	koeryhmä	26,09		
puristusvoima vasen	kontrolliryhmä	24,16	-0,969	0.487
	koeryhmä	25,30		
tasapaino silmät auki	kontrolliryhmä	22,29	-0,640	0.522
	koeryhmä	22,51		
tasapaino silmät kiinni	kontrolliryhmä	22,86	-1,699	0.089
	koeryhmä	28,80		
tasapaino semi-tandem	kontrolliryhmä	40,07	-1,608	0.108
	koeryhmä	32,54		
tasapaino dynaaminen	kontrolliryhmä	54,21	-1,760	0.078
	koeryhmä	60,95		

Loppumittauksessa koe- ja kontrolliryhmien tulosten keskiarvot erosivat toisistaan kaikissa testeissä (taulukko 6). Kahdeksikkojuoksun ja tuolilta ylösnousun keskiarvojen erot ovat tilastollisesti erittäin merkitsevät (p<0.001). Myös riippumattomien otosten t-testi antoi samankaltaiset tulokset.

TAULUKKO 6. Koe- ja kontrolliryhmien keskiarvojen erot loppumittauksissa (Mann-Whitneyn U-testi)

Testi		ka	Z-arvo	p-arvo (2-suuntainen)
kahdeksikkojuoksu	kontrolliryhmä	27,47	-4,382	0.000
	koeryhmä	17,64		
tuolilta ylösnousu	kontrolliryhmä	11,55	-3,971	0.000
	koeryhmä	8,42		
puristusvoima oikea	kontrolliryhmä	28,84	-0,792	0.482
	koeryhmä	27,58		
puristusvoima vasen	kontrolliryhmä	26,08	-0,213	0.832
	koeryhmä	25,98		
tasapaino silmät auki	kontrolliryhmä	21,21	-1,113	0.266
	koeryhmä	23,12		
tasapaino silmät kiinni	kontrolliryhmä	21,79	-1,221	0.222
	koeryhmä	25,95		
tasapaino semi-tandem	kontrolliryhmä	41,50	-0,174	0.862
	koeryhmä	40,85		
tasapaino dynaaminen	kontrolliryhmä	59,64	-1,559	0.119
	koeryhmä	64,54		

8.4 Kuusi kuukautta harjoitelleet

Kuusi kuukautta harjoitelleet paransivat testituloksiaan kaikissa muissa testeissä paitsi tasapainotestissä silmät auki ja kiinni (taulukko 7). Kahdeksikkojuoksun ajan keskiarvo laski 18,05 sekunnista 17,20 sekuntiin. Keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p<0.01$). Tuolilta ylösnousu -testistä koehenkilöt suoriutuivat keskiarvoltaan lähes kaksi sekuntia nopeammin lopputestissä verrattuna alkutestiin. Keskiarvojen ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p<0.001$). Sekä oikean että vasemman käden puristusvoimissa tapahtui parannusta. Keskiarvojen erot ovat tilastollisesti melkein merkitsevät ($p<0.05$). Tasapainotesteistä semi-tandem -testi ja dynaaminen tasapainotesti paranivat koehenkilöillä. Keskiarvojen erot ovat tilastollisesti merkitsevät ($p<0.01$). Tulokset olivat samankaltaiset myös parittaisella t-testillä analysoitaessa.

TAULUKKO 7. Kuusi kuukautta harjoitelleiden tulokset alku- ja loppumittauksissa (Wilcoxonin merkkitesti).

Koeryhmä N= 26	**ka**	**Z-arvo**	**p-arvo (1-suuntainen)**
alkumittaus	18,05		
kahdeksikkojuoksu		-2,996	0.002
loppumittaus	17,10		
alkumittaus	10,12		
tuolilta ylösnousu		-4,103	0.000
loppumittaus	8,21		
alkumittaus	27,85		
puristusvoima oikea		-2,005	0.023
loppumittaus	29,23		
alkumittaus	26,32		
puristusvoima vasen		-1,804	0.036
loppumittaus	27,50		
alkumittaus	22,23		
tasapaino silmät auki		-0,206	0.419
loppumittaus	22,12		
alkumittaus	27,12		
tasapaino silmät kiinni		-0,549	0.292
loppumittaus	25,92		
alkumittaus	34,23		
tasapaino semi-tandem		-2,517	0.006
loppumittaus	44,12		
alkumittaus	61,65		
tasapaino dynaaminen		-3,016	0.002
loppumittaus	66,23		

8.5 Yhdeksän kuukautta harjoitelleet

Yhdeksän kuukautta harjoitelleet paransivat testituloksiaan kaikissa muissa testeissä paitsi silmät kiinni tehtävässä tasapainotestissä (taulukko 8). Kahdeksikkojuoksuun kulunut aika oli loppumittauksessa keskiarvoltaan hieman yli kaksi sekuntia nopeampi verrattuna alkumittaukseen. Keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p<0.01$). Tuolilta ylösnousu -testiin kulunut aika oli alkumittauksessa keskiarvoltaan 9,36 sekuntia ja loppumittauksessa 7,80 sekuntia. Keskiarvojen ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p<0.001$). Puristusvoimissa tapahtui paranemista molempien käsien osalta. Keskiarvojen erot ovat tilastollisesti melkein merkitsevät ($p<0.05$). Semi-tandem

-tasapainotestin tulos parani keskiarvoltaan 31,73:sta 40,60:een. Keskiarvojen ero on tilastollisesti melkein merkitsevä ($p<0.05$). Dynaamisen tasapainotestin tulos parani keskiarvoltaan 61,47:stä 69,53:een. Keskiarvojen ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p<0.001$). Tulokset olivat hyvin samankaltaiset myös parittaisella t-testillä analysoitaessa.

TAULUKKO 8. Yhdeksän kuukautta harjoitelleiden tulokset alku- ja loppumittauksissa (Wilcoxonin merkkitesti).

Koeryhmä N= 16		**ka**	**Z-arvo**	**p-arvo (1-suuntainen)**
kahdeksikkojuoksu	alkumittaus	19,30	-2,999	0.002
	loppumittaus	17,17		
tuolilta ylösnousu	alkumittaus	9,36	-3,206	0.001
	loppumittaus	7,80		
puristusvoima oikea	alkumittaus	26,47	-1,758	0.040
	loppumittaus	28,46		
puristusvoima vasen	alkumittaus	25,24	-1,707	0.044
	loppumittaus	27,52		
tasapaino silmät auki	alkumittaus	22,27	-0,415	0.339
	loppumittaus	22,67		
tasapaino silmät kiinni	alkumittaus	26,53	-0,140	0.445
	loppumittaus	26,27		
tasapaino semi-tandem	alkumittaus	31,73	-1,916	0.028
	loppumittaus	40,60		
tasapaino dynaaminen	alkumittaus	61,47	-3,354	0.001
	loppumittaus	69,53		

Liitteessä 3 olevista kahdeksikkojuoksun ja tuolilta ylösnousun testitulosten kuvaajista voidaan nähdä, että suurin parannus tuloksissa on tapahtunut ensimmäisten kolmen kuukauden harjoittelun aikana. Tämän jälkeen kehittyminen on ollut hitaampaa. Puristusvoimien testituloksissa on kuuden kuukauden harjoitusjakson jälkeen tapahtunut heikentymistä. Tasapainotesteistä silmät auki tehtävä testi ja dynaamisen tasapainon testi

paranivat koko yhdeksän kuukauden harjoitusjakson ajan. Semi-tandem testissä tapahtui heikentymistä kuuden kuukauden harjoitusjakson jälkeen ja silmät auki tehtävässä tasapainotestissä tulosten heikkenemisen jälkeen palattiin lähtötasolle.

9 POHDINTA

Telineratataharjoittelu oli ikääntyvien mukaan mielenkiintoista ja mukavaa. Moni harjoitteluun osallistuneista kertoi, että harjoittelusta on ollut heille paljon hyötyä myös kotiaskareiden suorittamisessa. Gallahuen ja Ozmunin mukaan liikkuminen, fyysisesti aktiivinen elämäntapa ja selviytyminen päivittäisistä toiminnoista voivat vaikuttaa positiivisesti ikääntyvän henkilön itsetuntoon (Gallahue & Ozmun, 2002, 397). Itseluottamuksen lisääntymisen johdosta ikääntyvät myös uskaltavat liikkua ja tehdä asioita aktiivisesti eli kyseessä on positiivinen vaikutus molempiin suuntiin. Myös kaatumisten ehkäisyssä on tärkeää, että henkilö uskaltaa liikkua. Jos henkilö alkaa pelätä kaatumisia ja välttämään liikkumista, seurauksena voi olla heikentynyt lihasvoima ja näin kaatumisten riskitekijöiden lisääntyminen.

Tutkimustehtäväni mukaan tarkoitukseni oli selvittää, minkälaisia vaikutuksia kolmen kuukauden mittaisella telineratataharjoittelulla on ikääntyvien naisten lihasvoimaan ja tasapainoon. Kolme kuukautta harjoitelleiden lihasvoima parani tuolilta ylösnousu -testillä mitattuna tilastollisesti erittäin merkitsevästi ja oikean käden puristusvoimatestillä mitattuna tilastollisesti merkitsevästi. Vasemman käden puristusvoimassa ei kuitenkaan tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta. Jo alkumittauksissa oikean käden puristusvoima oli parempi kuin vasemman ja harjoittelun myötä ero kasvoi. Tietokonepohjaisista tasapainotesteistä silmät auki ja kiinni tehtävät staattisen seisomatasapainon tulokset eivät parantuneet harjoitusjakson myötä. Tulos oli sama myös kuusi ja yhdeksän kuukautta harjoitelleilla. Sen sijaan kolme kuukautta harjoitelleiden semitandem testi ja dynaamisen tasapainon testi paranivat tilastollisesti merkitsevästi. Sihvosen (2004) tutkimuksessa tietokonepohjainen tasapainoharjoittelu ei myöskään parantanut staattista tasapainoa silmät auki ja kiinni tehdyillä testeillä mitattuna. Sihvonen esittää, että testit, jotka eivät tarjoa haastetta tasapainon ylläpitämiseen, eivät välttämättä ole tarpeeksi herkkiä erottamaan muutosta. Harjoittelu, joka sisältää haastetta dynaamiselle tasapainolle näkyy myös dynaamisten tasapainotestien tulosten paranemisena.

Koe- ja kontrolliryhmän välisissä vertailuissa tuli esille, että loppumittauksessa kahdeksikkojuoksun ja tuolilta ylösnousutestin tulosten keskiarvojen ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Kolmen kuukauden harjoittelu siis paransi koeryhmään osallistuneiden ikääntyvien naisten lihasvoimaa ja dynaamista tasapainoa verrattuna kontrolliryhmään.

Kontrolliryhmä paransi dynaamisen tasapainotestin ja vasemman käden puristusvoimatestin tulosta tilastollisesti melkein merkitsevästi. Kontrolliryhmän oikean käden puristusvoima oli parantunut tilastollisesti merkitsevästi. Kontrolliryhmän fyysistä aktiivisuutta ei kontrolloitu, joten tarkkoja syitä tulosten paranemiseen ei voida esittää. Myös psyykkisillä tekijöillä, kuten testitilanteen tuttuudella loppumittauksessa, voi olla vaikutusta ikääntyvien suoriutumiseen testeistä.

Toinen tutkimustehtäväni oli selvittää kuusi ja yhdeksän kuukautta jatkuneen harjoittelun vaikutus yli 65-vuotiaiden naisten lihasvoimaan ja tasapainoon. Tulosten mukaan sekä kuuden että yhdeksän kuukauden harjoittelu paransi ikääntyvien naisten lihasvoimaa ja tasapainoa. Tuolilta ylösnousutestin tulos parani tilastollisesti erittäin merkitsevästi molemmissa ryhmissä. Yhdeksän kuukautta harjoitelleiden dynaamisen tasapainotestin tulos parani myös tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Itsenäinen päivittäisistä toiminnoista selviytyminen vaatii tietyntasoista alaraajojen lihasvoimaa. Sipilän (2008) mukaan lihasvoimalla on suuri merkitys iäkkäiden ihmisten itsenäisen toiminta- ja liikkumiskyvyn kannalta. Lisäksi hyvä alaraajojen lihasvoima suojaa kaatumistapaturmilta. Tämän vuoksi on merkittävää, että telineratahharjoittelulla pystytään kehittämään ikääntyvien naisten lihasvoimaa ja tasapainoa.

Tulokset ja liitteessä 3 olevat kuvaajat osoittavat, että useissa testeissä kuuden kuukauden harjoittelun jälkeen tapahtuu taantumista kehittymisessä tai jopa tulosten heikkenemistä. Kahdeksikkojuoksutestissä ja tuolilta ylösnousutestissä suurin parannus tuloksissa tapahtui ensimmäisten kolmen kuukauden harjoittelun aikana. Molemmat testit vaativat nopeaa alaraajojen voimantuottokykyä ja voi olla, että parantunut hermotus näkyy ensimmäisten kolmen kuukauden aikana ja tämän jälkeen kehittyminen on hitaampaa. Kuusi ja yhdeksän kuukautta harjoitelleilla oli kesällä taukoa harjoittelusta, joten kesän aikana saattoi tulla taantumista. Olisi ollut parempi, jos harjoittelu olisi ollut täysin yhtäjaksoista. Karvisen (1999) mukaan liikunnan vaikutukset eivät varastoidu, ja passivoituessaan ikääntyvä ihminen menettää nopeasti kuntoaan. Toisaalta ikääntyvät kertoivat, että kesällä he ovat fyysisesti paljon aktiivisempia kuin talvella. Tämän vuoksi testituloksia ei voida pitää täysin luotettavina. Jos halutaan tutkia pelkän telineratahharjoittelun vaikutus lihasvoimaan ja tasapainotaitoihin, myös kesän aikainen fyysinen aktiivisuus pitää vakioida.

Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden liikunnan harrastamista ja vapaa-ajan aktiivisuutta ei kartoitettu etukäteen, mikä heikentää tutkimuksen luotettavuutta. Runsas vapaa-ajan fyysinen aktiivisuus voi vaikuttaa tuloksiin, joten telineratahar joittelun vaikutusta ei voida varmuudella määrittelemään. Tutkimuksessani ryhmiä ei satunnaistettu koe- ja kontrolliryhmiin, mikä saattoi myös vaikuttaa tuloksiin. Koeryhmään valikoituneet henkilöt saattoivat olla kiinnostuneita ja innostuneempia kokeilemaan telineratahar joittelua kuin kontrolliryhmään osallistuneet. Koeryhmäläiset myös saattoivat olla liikunnallisesti aktiivisempia kuin kontrolliryhmäläiset. Näitä tekijöitä ei systemaattisesti kartoitettu tutkimuksessani. Erilaiset sairaudet ja vammat saattoivat myös vaikuttaa tuloksiin heikentävästi. Muutamilla koehenkilöillä oli taukoa harjoittelusta sairastumisten vuoksi, mutta heidän testitulokset otettiin kuitenkin huomioon.

Ryhmien ohjaamiseen osallistui monia henkilöitä, millä saattoi olla hieman vaikutusta tuloksiin. Ohjaajat ovat aina erilaisia, mutta toisaalta liikkeet olivat pääsääntöisesti samoja ja Erkki Tervo kävi säännöllisesti harjoituksissa konsultoimassa ohjaajia. Myös eri ajankohtina harjoittelun aloittaneet olivat eriarvoisessa asemassa, koska ensimmäinen harjoitusryhmä oli ns. kokeiluryhmä ja kokemuksen karttuessa seuraavien ryhmien kanssa liikevalikoimaa laajennettiin.

Ruuskasen (1997) mukaan ikääntyvät tarvitsevat enemmän yksittäisiä toistoja, jotta he saavuttaisivat asetetut tavoitteet. Telineratahar joittelussa tämä tarkoittaa sitä, että tavoitteet ovat aluksi suhteellisen matalat ja ikääntyvät saavat suorittaa tehtävät omaan tahtiin. Helpotetuista liikkeistä jatketaan vaikeampiin vasta sen jälkeen kun helpommat liikkeet sujuvat hyvin. Ikääntyvät saivat siirtyä vaikeampiin liikkeisiin omien tuntemusten ja kiinnostuksen mukaan. Telineratahar joittelu on erinomainen tapa harjoitella uusia taitoja kaikilla ikäryhmillä sen mahdollistaman eriyttämisen vuoksi. Fisherin (1996, 17) mukaan ikääntyvien oppiminen on hitaampaa verrattuna nuorempiin. Toisaalta ikääntyvät ovat hyvin heterogeeninen ryhmä ja heidän suorituskyky vaihtelee hyvin paljon yksilöittäin. (Spirduso, Francis & MacRae, 2005, 199–202.) Havaintojeni mukaan ikääntyvät oppivat telineradalla uusia taitoja jopa nopeammin kuin lapset.

Telineratahar joittelu sopii mielestäni hyvin ikääntyvien liikuntamuodoksi. Tutkimukseni mukaan se myös kehittää ikääntyvien naisten lihasvoimaa ja tasapainotaitoja. Ympäristön muokkaaminen erilaisilla välineillä ja telineillä edesauttaa uusien liikkeiden op-

pimista. Ikääntyvien kokemukset harjoittelusta olivat pääsääntöisesti positiivisia ja heidän olemuksistaan oli havaittavissa innostuneisuutta esimerkiksi silloin, kun ikääntyvä henkilö oli onnistunut tekemään kuperkeikan noin 60 vuoden tauon jälkeen. Psyykkisillä tekijöillä on suuri merkitys liikunnan harrastamisessa ja harrastamisen jatkumisessa. Toivoisin, että jatkossa yhä useampi ikääntyvä henkilö pääsee kokemaan tällaisia onnistumisen elämyksiä ja telinerataharjoittelu vakiintuisi ikääntyvien liikuntamuodoksi.

Jatkossa voisi tutkia, miten täysin yhtäjaksoinen kuuden kuukauden tai pidempi harjoitusjakso vaikuttaa ikääntyvien tasapainotaitoihin ja lihasvoimaan. Olisi myös tärkeää saada tietoa siitä, vaikuttaako sukupuoli telinerataharjoitteluun, lihasvoiman paranemiseen ja tasapainotaitojen kehittymiseen. Mielestäni oli myös mielenkiintoista selvittää, kokevatko naiset uusien taitojen harjoittelun eri tavalla kuin miehet ja minkälaisia pelkoja he kokevat telinerataharjoittelussa.

LÄHTEET

Alén M., Kukkonen-Harjula, K. & Kallinen, M. 1997. Ikääntyvien terveyden ja toimintakyvyn arviointi sekä liikuntaneuvonnan periaatteet. Teoksessa P. Era (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Jyväskylä: Likes, 63–76.

Aulanko, M. & Nieminen, K., 1989. Sirkustaitojen käsikirja. Keuruu: Otava.

Bjålie, J.G., Haug. E., Sand, O., Sjaastad, Ø.V. & Toverud, K.C. 2002. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Porvoo: WSOY.

Carter, N.D., Khan, K.M., McKay, H.A., Petit, M.A., Waterman, C, Heinonen, A., Janssen, P.A., Donaldson, M.G., Mallinson, A., Riddell, L., Kruse, K., Prior, J.C. & Flicker, L. 2002. Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65- to 75-year-old women with osteoporosis: randomized controlled trial. CMAJ, 167(9), 997–1004.

Eloranta, V. 2003. Ydinkeskeinen motorinen oppiminen. Teoksessa P. Heikinaro-Johansson, T. Huovinen & L. Kytökorpi (toim.) Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan. Helsinki: WSOY, 85–100.

Era, P. 1997. Havaintomotoriikan ja kehon asennonhallintakyvyn muutokset vanhetessa ja liikunta. Teoksessa P. Era (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Jyväskylä: Likes, 49–62.

Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M. & Arovaara, A. 2006. Postural balance in a random sample of 7979 subjects aged 30 years and over. Gerontology, 52, 204–213.

Fisher, D.L. 1996. State models of paired associate learning: The general acquisition, decrement, and training hypotheses. Teoksessa W.A. Rogers, A.D. Fisk & N. Walker (eds.) Aging and skilled performance. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 17–43.

Gabbard, C.P. 2004. Lifelong motor development. 4th ed. Pearson Education. San Francisco, CA: Benjamin Cummings.

Gallahue, D.L. & Ozmun, J.C. 2002. Understanding motor development. Infants, children, adolescents, adults. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill.

Haywood, K.M. 1993. Life span motor development. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Heikkinen, E. 1997. Iäkkäiden ihmisten terveys, toimintakyky ja elämänlaatu. Teoksessa P. Era (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Jyväskylä: Likes, 1–16.

Heikkinen, E. 2003. Sosiaalis-taloudellisten tekijöiden ja elintapojen yhteys vanhenemiseen. Teoksessa E. Heikkinen, T. Rantanen (toim.) Gerontologia. Helsinki: Duodecim, 319–328.

Heikkinen, E. 2005. Keski-ikäisten ja iäkkäiden liikunta. Teoksessa I. Vuori, S. Taimela & U. Kujala (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki: Duodecim, 184–201.

Heikkinen, E. 2008. Terveyden ja toimintakyvyn ylläpito edistää hyvinvointia ja parantaa elämänlaatua. Teoksessa R. Leinonen & E. Havas (toim.) Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä: Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III. Jyväskylä: Likes, 80–89.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. 10. painos. Helsinki: Tammi.

Hirvensalo, M. 2008. Iäkäs henkilö liikunnan harrastajana. Teoksessa R. Leinonen & E. Havas (toim.) Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä: Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III. Jyväskylä: Likes, 59–67.

Hirvensalo, M., Rasinaho, M., Rantanen, T. & Heikkinen, E.. 2003. Liikunta. Teoksessa E. Heikkinen & T. Rantanen (toim.) Gerontologia. Helsinki: Duodecim, 371–378.

Horak, F.B., Henry, S.M. & Shumway-Cook, A. 1997. Postural perturbations: New insights for treatment of balance disorders. Physical Therapy, 77(5), 517–533.

Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet: vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi. Jyväskylä: Gummerus.

Judge, J.O., Lindsey, C., Underwood, M. & Winsemius, D. 1993. Balance improvements in older women: Effects of exercise training. Physical Therapy, 73(4), 254–265.

Kaikkonen, H. 2001. Sykeohjattu liikunta ja kuntosaliharjoittelu ikääntyneillä. Teoksessa Ikääntyvien liikunta, terveys ja toimintakyky. Jyväskylä: VK-Kustannus, 221–222.

Karinkanta, S., Heinonen, A., Sievänen, H., Uusi-Rasi, K. & Kannus, P. 2005. Factors predicting dynamic balance and quality of life in home-dwelling elderly women. Gerontology, 51, 116–121.

Karvinen, E. 1999. Iloisesti ikääntyen. Ikääntyvien liikunnalliset harjoitteet. Jyväskylä: VK-Kustannus.

Kukkonen-Harjula, K., Kallinen M. & Alén M. 1997. Liikunta osana keskeisten kansantautien hoitoa ja kuntoutusta. Teoksessa P. Era (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Jyväskylä: Likes, 77–140.

Kukkonen, S. & Piirainen, A. 1990. Ihmisen perusliikkuminen ja sen edistäminen. Jyväskylä: Gummerus.

Latham, N.K., Bennett, D.A., Stretton, C.M. & Anderson, C.S. 2004. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 59(1), 48–61.

Lindemann, U., Rupp, K., Muche, R., Nikolaus, T. & Becker, C. 2004. Improving balance by improving motor skills. Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie, 37(1), 20–26.

Magill, R.A. 2007. Motor learning and control. Concepts and applications. 8th ed. Boston: McGraw-Hill.

Madureira, M.M., Takayama, L., Gallinaro, A.L., Caparbo, V.F., Costa, R.A. & Pereira, R.M.R. 2007. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly with osteoporosis: a randomized controlled trial. Osteoporos Int .18, 419–425.

McGinnis, Peter M. 1999. Biomechanics of sport and exercise. Champaign, IL: Human Kinetics.

Metitur Oy, 2003. Good balance, käyttäjän opas. Versio 2.59.

Metsämuuronen, J. 2005. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 3. laitos. Jyväskylä: Gummerus.

Miettinen, M. 2008.Valtakunnalliset linjaukset ja toimenpiteet ikääntyneiden ja iäkkäiden terveysliikunnassa. Teoksessa R. Leinonen & E. Havas (toim.) Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä: Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III. Jyväskylä: Likes, 14–19.

Numminen, P. & Laakso, L. 2004. Liikunnan opetusprosessin A,B,C. Jyväskylä: Jyväskylän Yliopisto. Liikuntakasvatuksen laitos.

Orr, R., Raymond, J. & Fiatarone Singh, M. 2008. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. Sports Medicine, 38(4), 317–343.

Pajala, S., Sihvonen, S. & Era, P. 2003. Asennonhallinta ja havaintomotorinen kyvykkyys. Teoksessa E. Heikkinen, T. Rantanen (toim.) Gerontologia. Helsinki: Duodecim, 123–142.

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. The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 63(2), 171–178.

Rantanen, T., Guralnik, J.M., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J.D. & White, L. 1999. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. JAMA. 281(6), 558–560.

Rantanen, T., Sakari-Rantala, R. 2003. Itsenäinen liikkumiskyky ja sen ylläpito vanhuudessa. Teoksessa A. Hietanen & T-M. Lyyra (toim.) Iäkkään väestön terveyden ja toimintakyvyn ylläpitäminen ja edistäminen. Helsinki: Edita Prima Oy, 99–115.

Rinne, M.B., Pasanen, M.E., Vartiainen, M.V., Lehto, T.M., Sarajuuri, J.M. & Alaranta, H.T. 2006. Motor performance in physically well-recovered men with traumatic brain injury. Journal of Rehabilitation Medicine, 38(4), 224–229.

Ruikka, I., Sourander, L. & Tilvis, R. 1993. Vanheneminen ja sairaudet. Juva: WSOY.

Ruuskanen, J. 1997. Omaehtoisen sekä ohjatun liikunnan suunnittelu, toteutus ja arvionti. Teoksessa P. Era (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Jyväskylä: Likes, 141–164.

Sakari-Rantala, R. 2003. Iäkkäiden ihmisten liikunta- ja kuntosaliharjoittelu. Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö.

Salmelin, M. 2001. Hyvää oloa ja toimintakykyä agonisti-antagonisti-harjoittelulla. Teoksessa Ikääntyvien liikunta, terveys ja toimintakyky. Jyväskylä: VK-Kustannus, 299–332.

Sandström, M. 1998a. Liikkuvan ihmisen fysiologia. Teoksessa J. Ahonen (toim.) Kehon rakenne, toiminta ja lihashuolto. Jyväskylä: VK- Kustannus, 59–110.

Sandström, M. 1998b. Kävelyn neuraalinen säätely. Teoksessa J. Ahonen (toim.) Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Jyväskylä: VK- Kustannus, 17–50.

Schmidt, R.A. & Lee, T.D. 1999. Motor control and learning: A behavioral emphasis. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Schmidt, R.A. & Wrisberg, C.A. 2004. Motor learning and performance. A problem-based learning approach. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Shumway-Cook, A. & Woollacot, M.J. 2001. Motor control: Theory and practical applications. 2nd ed. Baltimore, MA: Lippincot Williams & Wilkins.

Sihvonen, S. 2004. Postural balance and aging. Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. Jyväskylä: Jyväskylän Yliopisto .

Sihvonen, S., Sipilä, S., Taskinen, S. & Era, P. 2004. Fall incidence in frail older women after individualized visual feedback-based balance training. Gerontology, 50, 411–416.

Sipilä, S. 2008. Liikunta ja lihasvoima. Teoksessa R. Leinonen & E. Havas (toim.) Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä: Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III. Jyväskylä: Likes, 90–95.

Sipilä, S. & Rantanen, T. 2003. Lihasvoima. Teoksessa E. Heikkinen, T. Rantanen (toim.) Gerontologia. Helsinki: Duodecim, 99–109.

Spirduso, W.W. 1995. Physical dimensions of aging. Champaign, IL: Human Kinetics.

Spirduso, W., Francis K.L. & MacRae P.G. 2005. Physical dimensions of aging. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Steinberg, G.M., Glass, B. 2001. Can the five-step strategy enhance the learning of motor skills in older adults. Journal of Aging and Physical Activity. 9(1), 1–10.

Suominen, H., Rantanen, T., Hirvensalo, M. & Era, P. 2000. Kuinka ikääntyvät hyötyvät liikunnasta? Teoksessa. M. Miettinen (toim.) Haasteena huomisen hyvinvointi – Miten liikunta lisää mahdollisuuksia? Jyväskylä: Paino-Porras Oy, 167–187.

Tilastokeskus 2007. Väestöennuste 2007-2040. Viitattu 30.9.2008. http://www.stat.fi/til/vaenn/2007/vaenn_2007_2007-05-31_tie_001.html

Tilastokeskus 2008. Suomen väestö 2007. Viitattu 30.9.2008. http://www.stat.fi/til/vaerak/2007/vaerak_2007_2008-03-28_tie_001_fi.html

Timonen, L. & Koivula, M. 2001. Iäkkäiden voimaharjoitteluun perustuva kuntoutus. Teoksessa Ikääntyvien liikunta, terveys ja toimintakyky. Jyväskylä: VK-Kustannus, 243–269.

UKK–instituutti 2005. Testaajan opas. UKK-terveyskuntotestit keski-ikäisille.

Vuolle, P. 2000. Liikunnan merkitys rakentuu elämänkaarella. Teoksessa. M. Miettinen (toim.) Haasteena huomisen hyvinvointi – Miten liikunta lisää mahdollisuuksia? Jyväskylä: Paino-Porras Oy, 23–46.

Vuori, I. & Miettinen, M. 2000. Kuinka tärkeää liikunta on terveydelle ja toimintakyvylle? Teoksessa. M. Miettinen (toim.) Haasteena huomisen hyvinvointi – Miten liikunta lisää mahdollisuuksia? Jyväskylä: Paino-Porras Oy, 91–121.

Walker, N., Philbin, D.A. & Spruell, C. 1996. The use of signal detection theory in research on age-related differences in movement control. Teoksessa. A. Rogers, A.D. Fisk & N. Walker (eds.) Aging and skilled performance. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 45–64.

Welford, A.T. 1982. Motor Skills and Aging. Teoksessa. J.A. Mortimer, F.J. Pirozzolo & G.J. Maletta (toim.) The aging motor system. Advantages in neurogerontology. Vol 3, New York, NY: Praeger Publishers, 152–187.

LIITTEET

LIITE 1.

Telineataharjoittelun sisällöt

Liikkeet on esitelty helpoimmasta vaikeampaan.

Mäki (pyörimisliikkeet):

- Tukkipyörintä alamäkeen ja tasaisella alustalla.
- Kuperkeikka alamäkeen eteen- ja taaksepäin. Kuperkeikkoja voidaan tehdä myös ilmavolttiradalla ja lattialla sekä kaaripukilla päinmakuulta aloittaen.

Pyöriminen eteenpäin:

- trampetilta ponnistaen kuperkeikka korokkeella olevalle patjalle (voltin alkeet).
- isolta trampoliinilta ponnistaen kuperkeikka eteenpäin patjalle.

Riipunta ja heilunta:

- Riipunta
- Heilunta polvet koukussa
- Renkailla heilunta polvet koukussa
- Heilunta ja alastulo
- Rekillä oikonoja, päinsyöksyntä ja kieppi

Penkki ja koroke (hypyt):

- Hyppy korokkeelta alas avustuksen kanssa
- Hyppy korokkeelta alas vauhdittomana ja vauhdin kanssa
- Jännehyppy, X-hyppy ja kerähyppy
- Puolikierrehyppy (käännytään ilmassa 180 astetta)
- Hyppysarja kahdella korokkeella:
    - Hyppy alas, ponnistus toisen korokkeen päälle ja hyppy alas.

Kalteva penkki ja puomi:

- Kävely ylä- ja alamäkeen
- Puomilla erilaiset kävelyt ja tasapainoasennot (esimerkiksi kukkoseisonta ja vaaka)

Kaaripukki (hyppyteline):

- Hyppyjen alastulon harjoittelu
- Hyppy käsinojaan kontalleen ja kyykkyyn

Käsinseisonta:

- Käsinseisonta jalat korokkeen päällä
- Käsinseisonta jalat seinää vasten
- Käsinseisonta jalat seinää vasten ja jalkojen vuoroittaiset irrotukset seinästä
- Tavallinen käsinseisonta ponnistaen jalat seinälle

Kärrynpyörä:

- Kädet korokkeella
- Alkeismalli kädet lattialla

Nojapuut:

- Oikonoja
- Heilahdus korokkeelta toiselle
- Heilahdus haaraistuntaan ja takaisin perusasentoon
- Käännösheilahdus:
    - Käännytään heilahduksessa niin, että molemmat kädet tulevat samalle aisalle. Uudesta heilahduksesta käännytään takaisin perusasentoon ja tehdään sama kääntyen toiselle puolelle.

Nojapuut

Trampetti:

- Pomputtelu käsituen avulla
- X –hyppy
- Hyppy korokkeelta trampetille ja alastulo patjalle

Ilmavolttirata:

- Perushypyt (x –hyppy, kerähyppy, jännehyppy)
- Käännös 180 astetta ja hyppelyt takaperin
- Koordinaatiohypyt:
    - Tasahyppyihin yhdistetään erilaisia käsiliikkeitä
- Pysäytyshypyt:
    - Pysäytetään hyppy alas tullessa joustamalla polvista
- Ilmavolttirataa voi käyttää hyväksi myös venyttelyissä ja rentoutuksissa

Vatsalauta:

- Liikutaan laudalla tilassa käsillä vetäen

Tasapainoiluvälineet:

- Bosulla ja tasapainotyynyillä erilaiset seisoma-asennot
- Tasapainoilulabyrinttipeli

Liite 2. Normaalisuuden testit

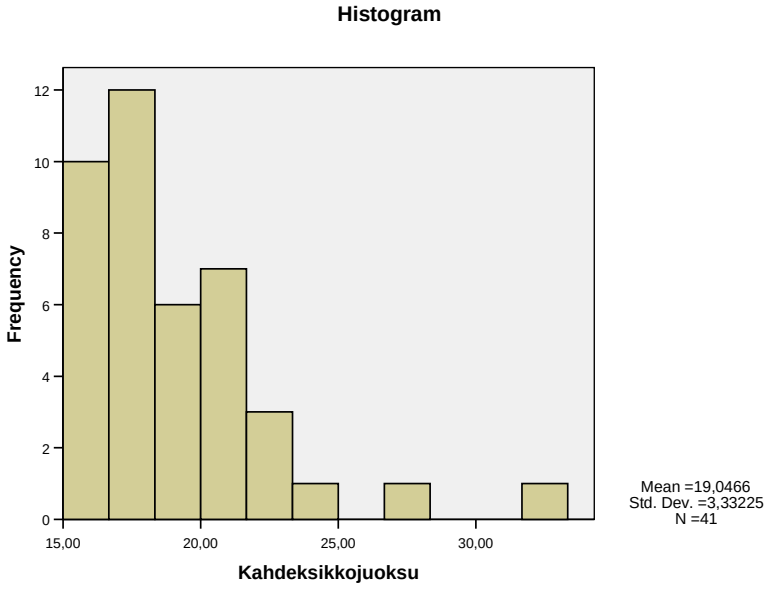
Koeryhmän alkumittaukset

Tests of Normality

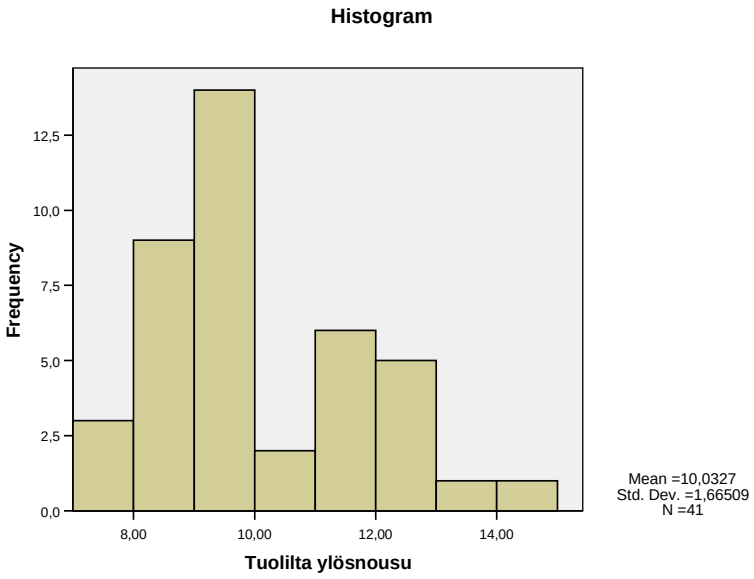
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Kahdeksikkojuoksu	,795	41	,000
Tuolilta ylösnousu	,945	41	,049
Puristusvoima oikea	,956	41	,113
Puristusvoima vasen	,969	41	,320
Tasapaino silmät auki	,754	41	,000
Tasapaino silmät kiinni	,760	41	,000
Tasapaino semi-tandem	,873	41	,000
Tasapaino dynaaminen 1	,957	41	,121

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

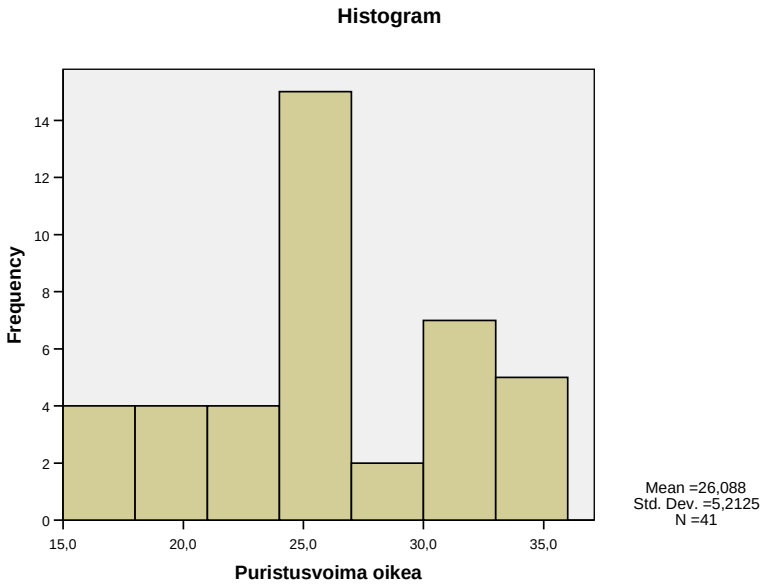
Kahdeksikkojuoksu



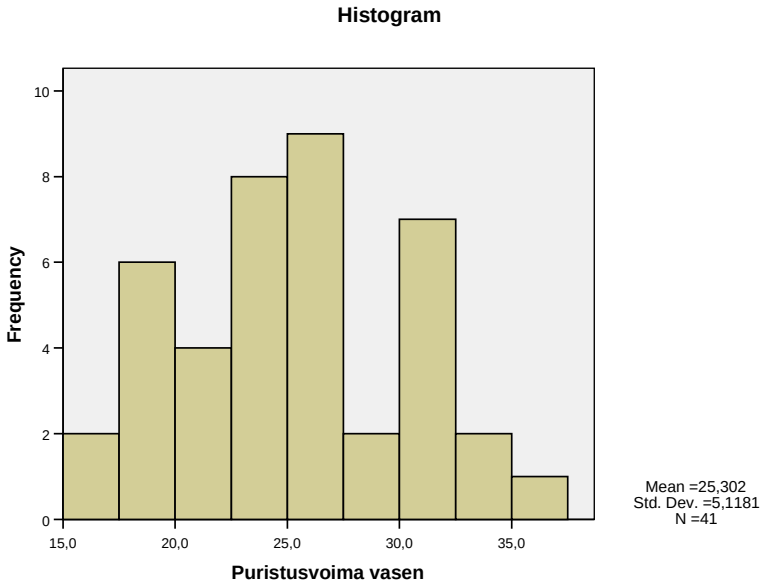
Tuolilta ylösnousu



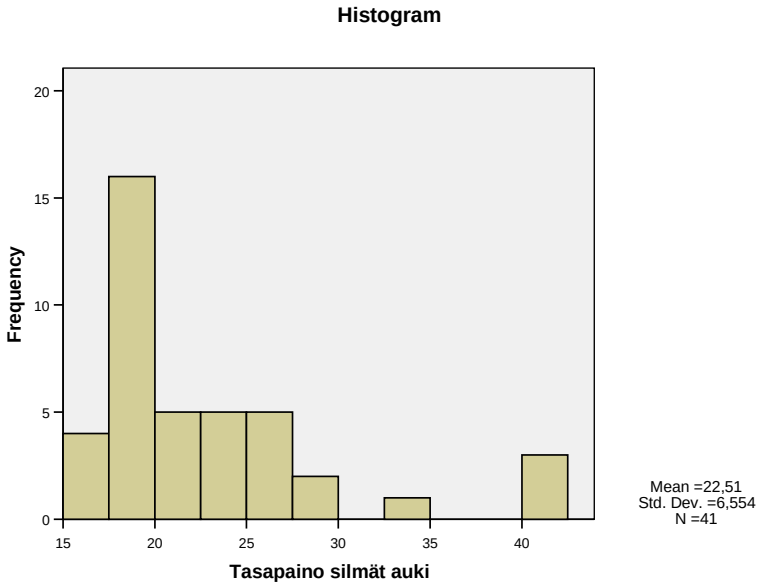
Puristusvoima oikea



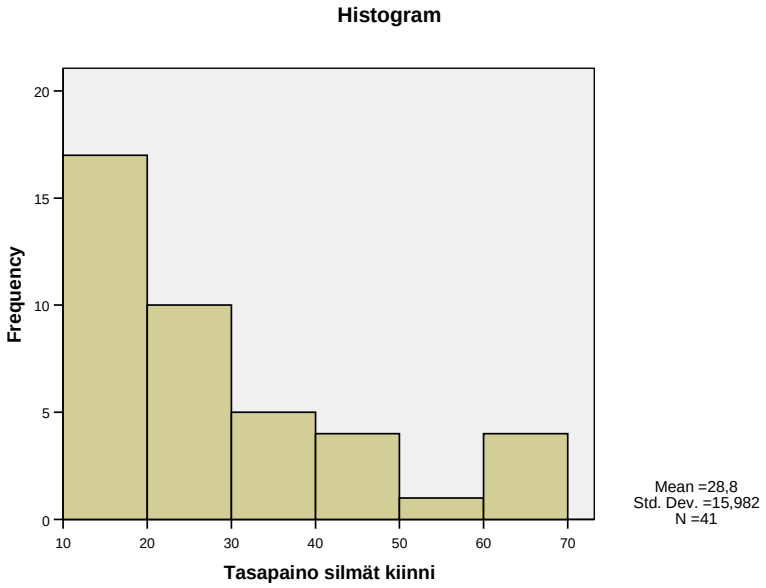
Puristusvoima vasen



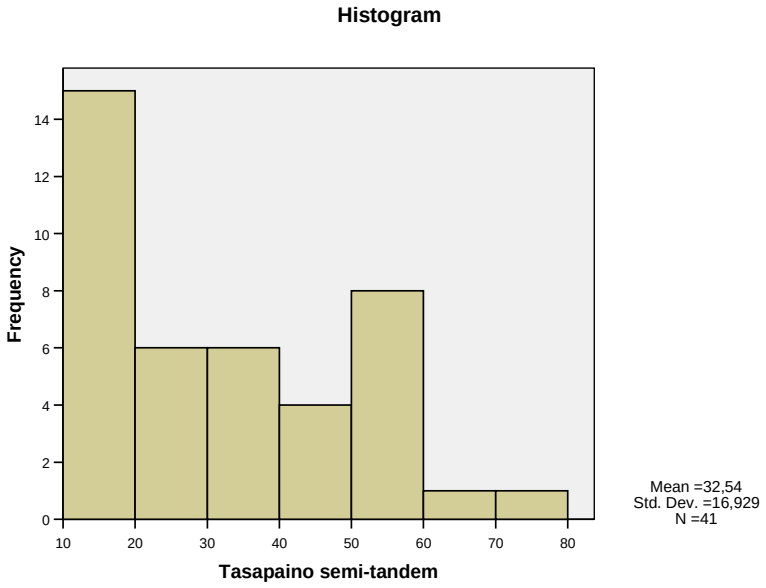
Tasapaino silmät auki



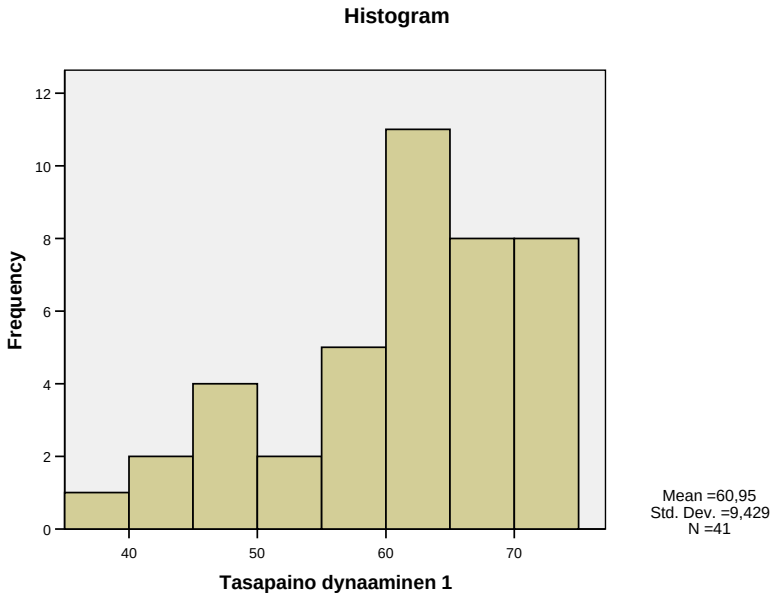
Tasapaino silmät kiinni



Tasapaino semi-tandem



Tasapaino dynaaminen 1



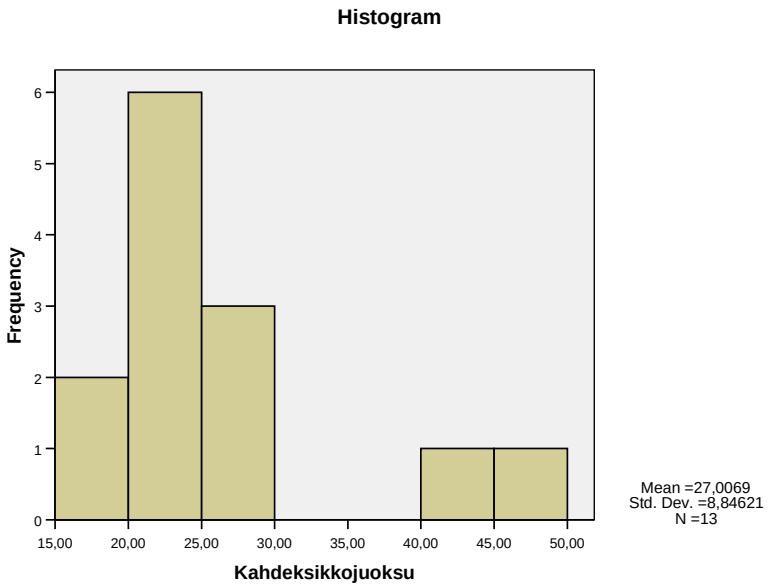
Kontrolliryhmän alkumittaukset

Tests of Normality

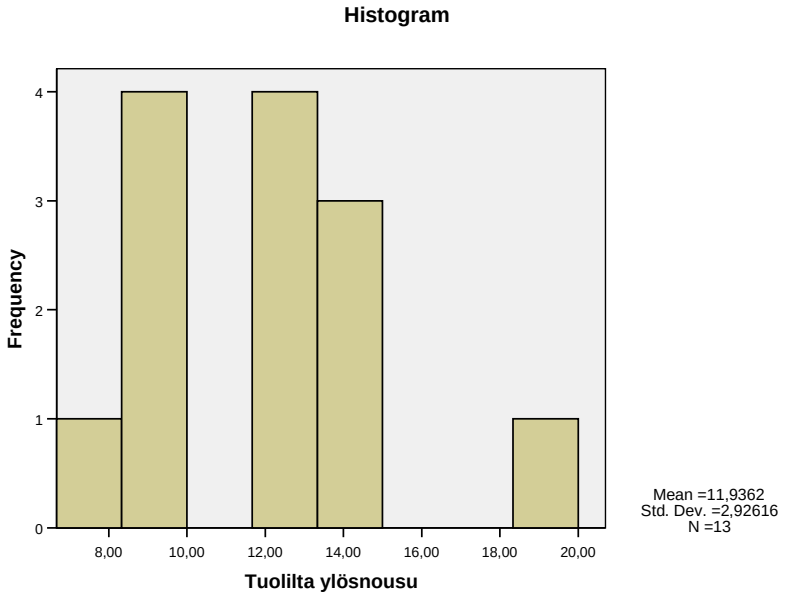
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Kahdeksikkojuoksu	,823	13	,013
Tuolilta ylösnousu	,912	13	,193
Puristusvoima oikea	,950	13	,601
Puristusvoima vasen	,948	13	,565
Tasapaino silmät auki	,633	13	,000
Tasapaino silmät kiinni	,727	13	,001
Tasapaino semi-tandem	,944	13	,516
Tasapaino dynaaminen 1	,958	13	,717

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

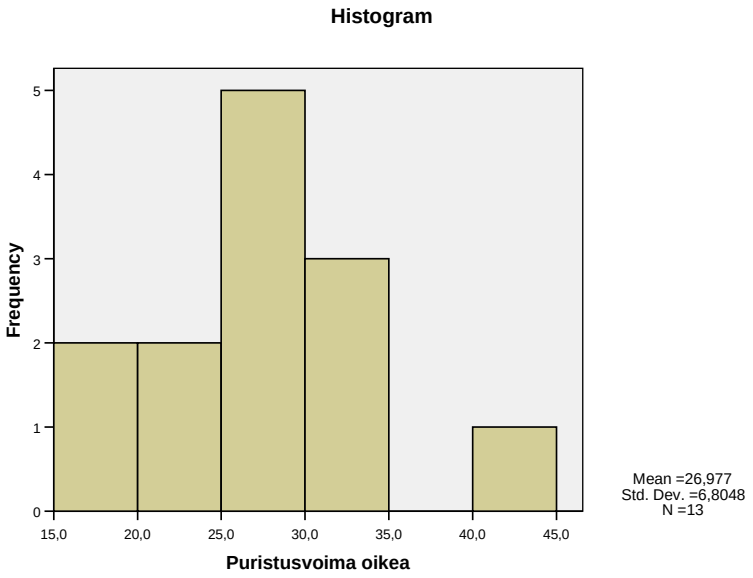
Kahdeksikkojuoksu



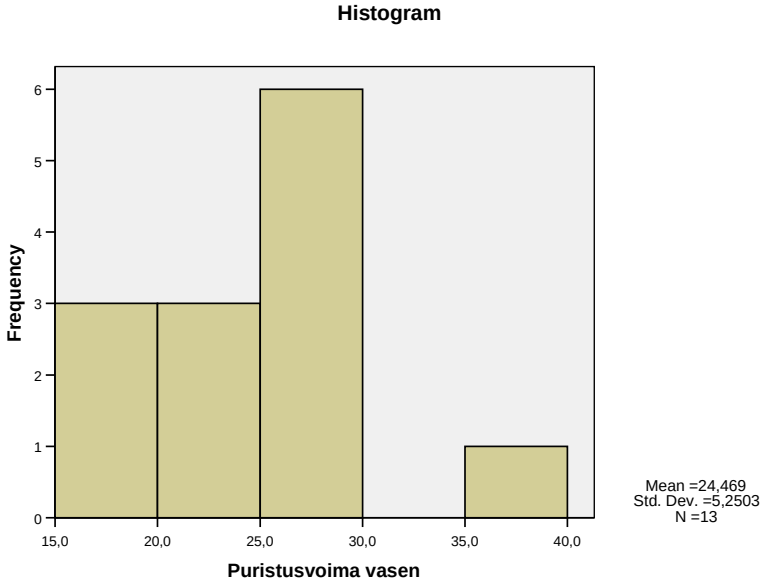
Tuolilta ylösnousu



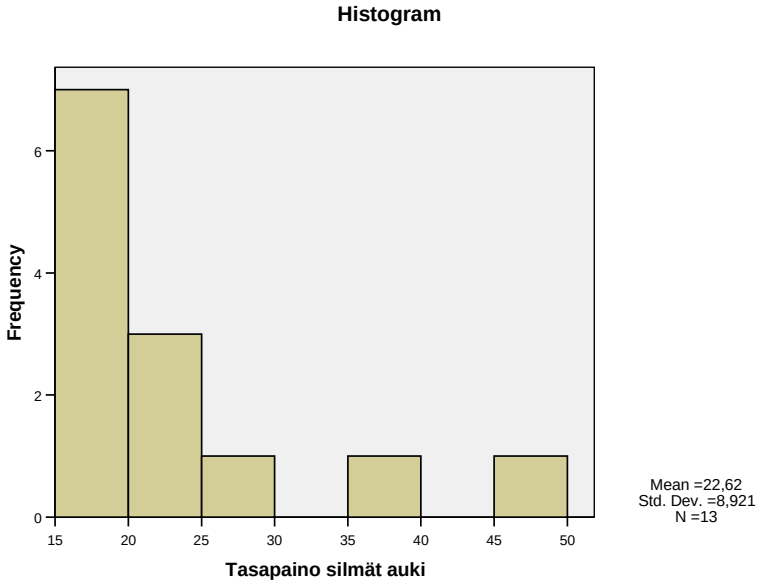
Puristusvoima oikea



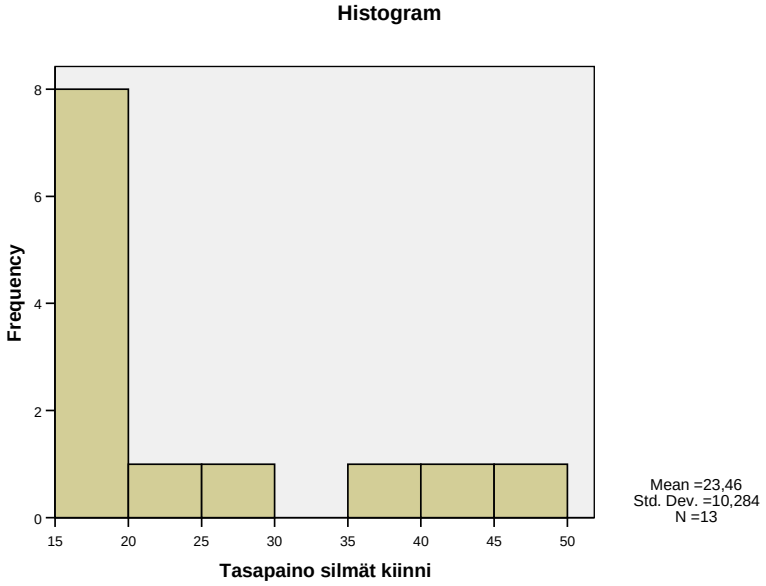
Puristusvoima vasen



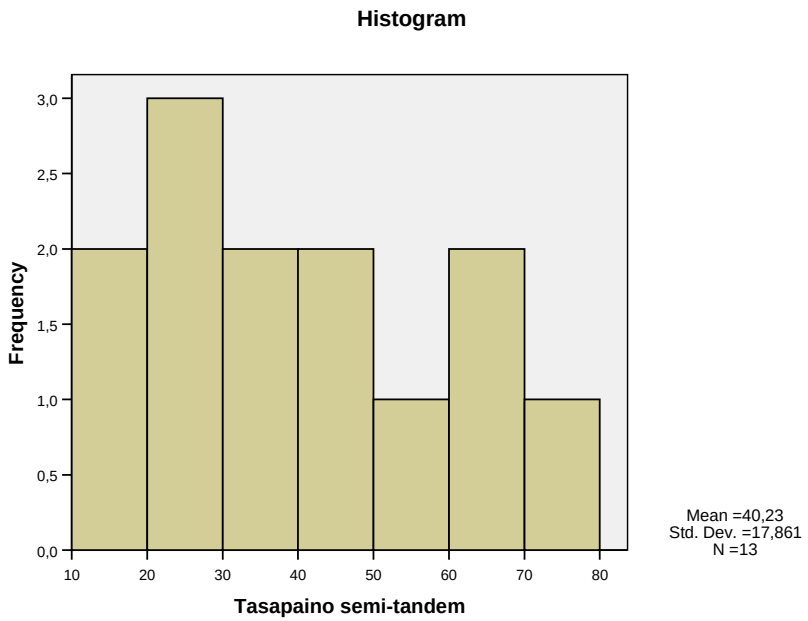
Tasapaino silmät auki



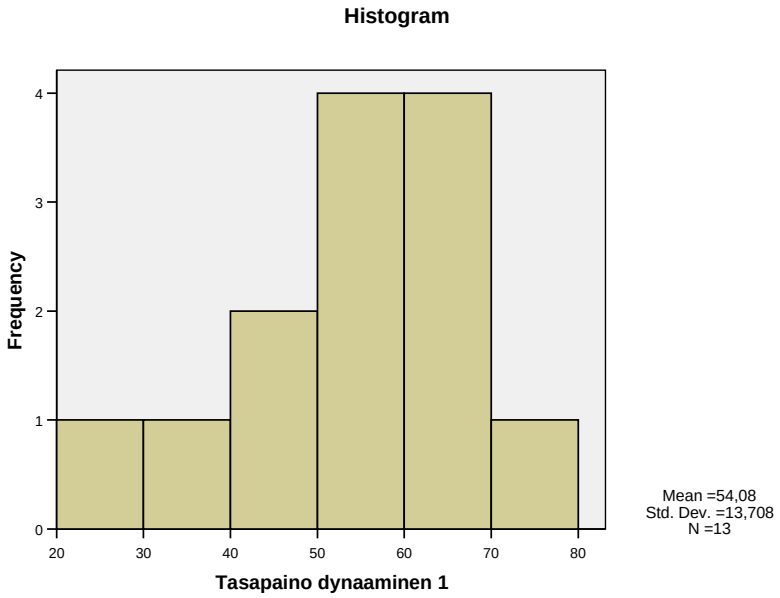
Tasapaino silmät kiinni



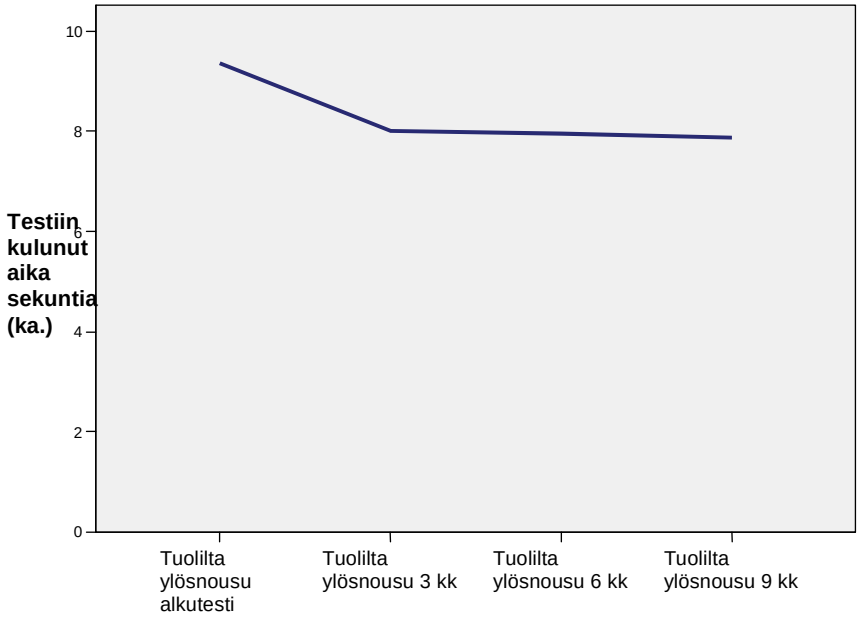
Tasapaino semi-tandem

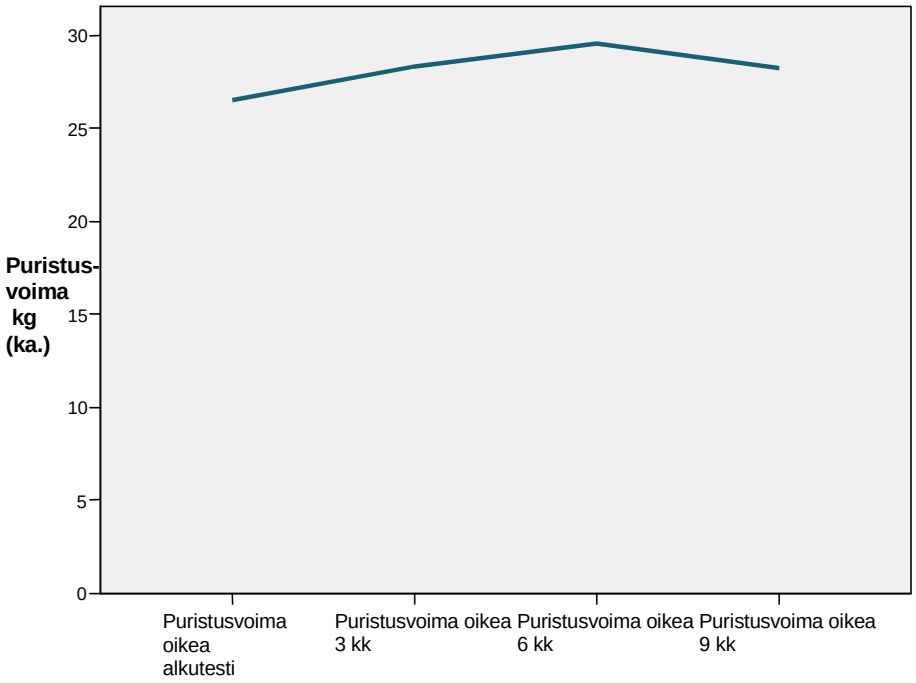


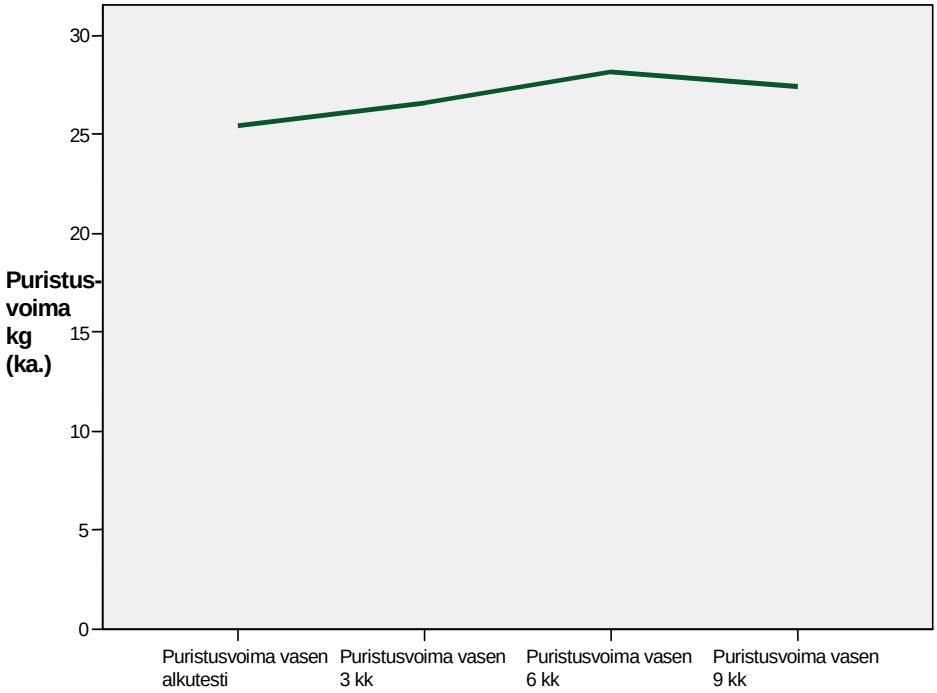
Tasapaino dynaaminen 1

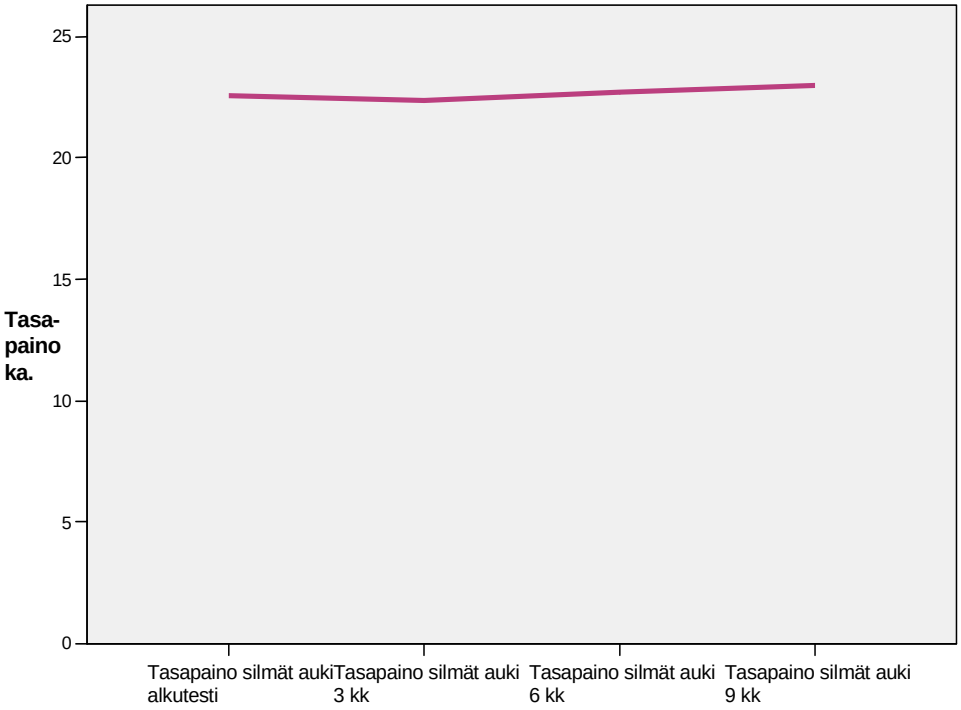


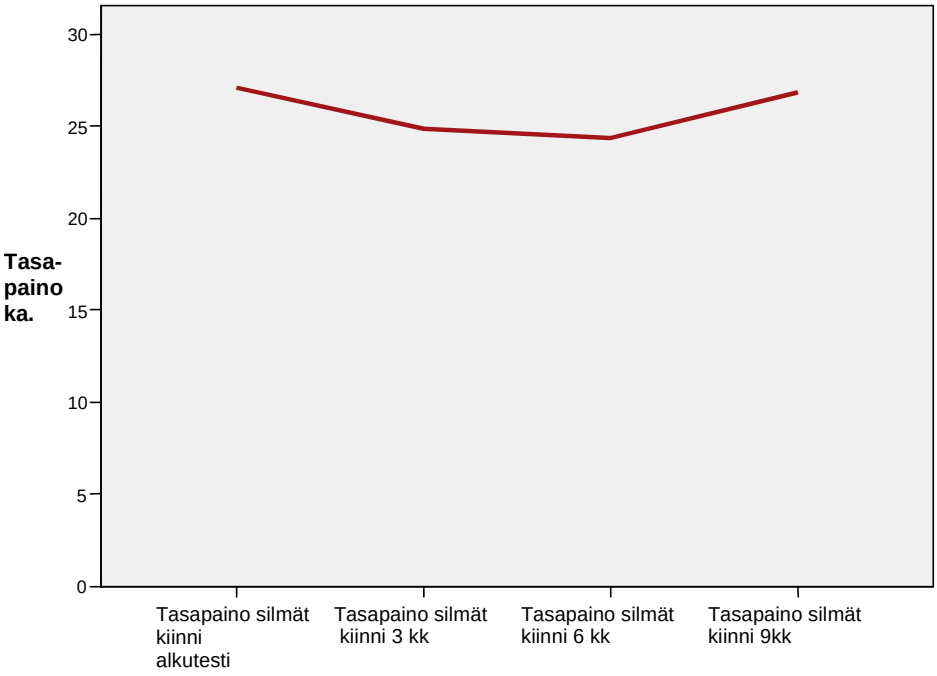
Liite 3. Yhdeksän kuukautta harjoitelleiden testitulosten kuvaajat

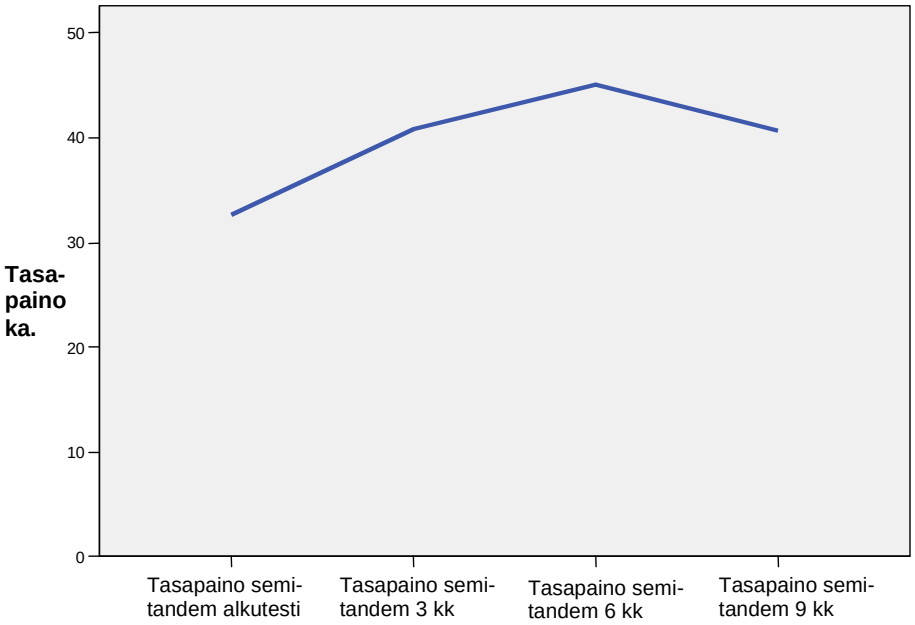


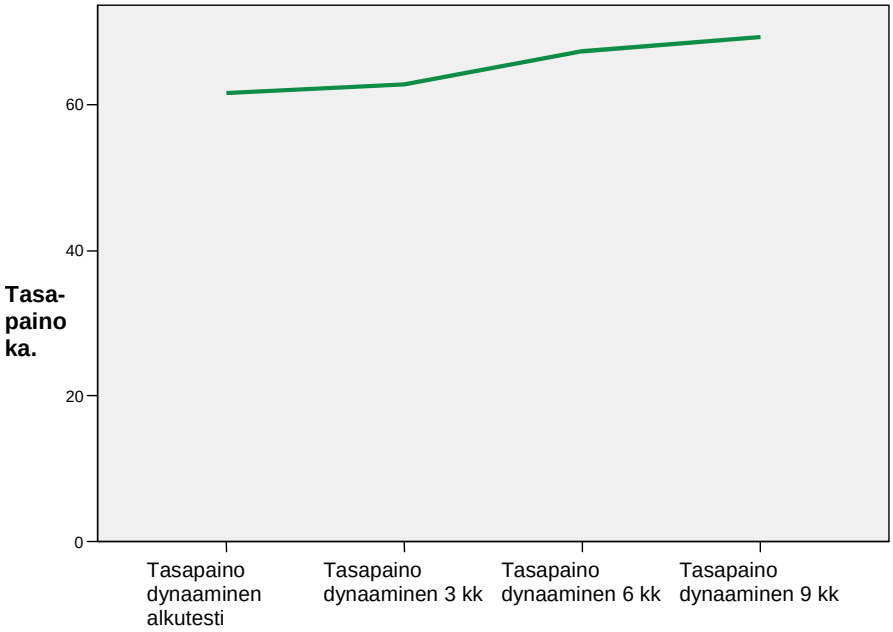

30
25
20
Puristus-
voima
kg
(ka.)
15
10
5
0
Puristusvoima oikea alkutesti
Puristusvoima oikea 3 kk
Puristusvoima oikea 6 kk
Puristusvoima oikea 9 kk


30
25
20
Puristus-
voima
kg
(ka.)
15
10
5
0
Puristusvoima vasen alkutesti
Puristusvoima vasen 3 kk
Puristusvoima vasen 6 kk
Puristusvoima vasen 9 kk


25
20
15
10
5
0
Tasa-
paino
ka.
Tasapaino silmät auki alkutesti
Tasapaino silmät auki 3 kk
Tasapaino silmät auki 6 kk
Tasapaino silmät auki 9 kk


30
25
20
15
10
5
0
Tasa-
paino
ka.
Tasapaino silmät kiinni alkutesti
Tasapaino silmät kiinni 3 kk
Tasapaino silmät kiinni 6 kk
Tasapaino silmät kiinni 9kk


50
40
30
20
10
0
Tasa-
paino
ka.
Tasapaino semi-
tandem alkutesti
Tasapaino semi-
tandem 3 kk
Tasapaino semi-
tandem 6 kk
Tasapaino semi-
tandem 9 kk


60
40
20
0
Tasa-
paino
ka.
Tasapaino
dynaaminen
alkutesti
Tasapaino
dynaaminen 3 kk
Tasapaino
dynaaminen 6 kk
Tasapaino
dynaaminen 9 kk