

Saimaan ammattikorkeakoulu
Sosiaali- ja terveysala, Lappeenranta
Fysioterapian koulutusohjelma

Perttu Suomalainen, Ville Virta

KAHVAKUULAHARJOITTELUN MERKITYS VARTALON LIHASTEN KESTOVOIMAAN SEKÄ TASAPAINOON TYÖIKÄISILLÄ

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

Perttu Suomalainen, Ville Virta

Kahvakuulaharjoittelun merkitys vartalon lihasten kestovoimaan sekä tasapainoon työikäisillä, 40 sivua, 4 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Sosiaali- ja terveysala, fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö, 2010

Ohjaaja: yliopettaja Kari Kauranen, Saimaan AMK

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kahvakuulaharjoittelun vaikutusta vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaan sekä staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Lisäksi koehenkilöiltä mitattiin subjektiivisia tuntemuksia kahvakuulaharjoittelun vaikutuksista yleiskuntoon, tasapainoon, vatsa- ja selkälihaksien voimaan sekä keskivartalon lihasten hallintaan.

14 henkilön tutkimusryhmä jaettiin koeryhmäksi (n=7) ja kontrolliryhmäksi (n=7) alkumittausten jälkeen. Koeryhmään kuului 6 naista ja 1 mies, kontrolliryhmässä oli 4 naista ja 3 miestä. Koeryhmä aloitti kymmenen viikon harjoittelujakson alkumittausten jälkeen. Harjoittelujakso koostui 1-2 kahdesta ohjatusta kahvakuulaharjoituksesta viikossa. Harjoituskerta sisälsi vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaa kuormittavan osion sekä dynaamista ja staattista tasapainoa kuormittavan osion. Loppumittaukset suoritettiin heti interventiojakson jälkeen. Kontrolliryhmä kävi pelkästään alku- ja loppumittauksissa.

Tutkimusten alku- ja loppumittaukset koostuivat laboratorio- ja kenttätesteistä. Laboratoriomittauksissa käytettiin Good Balance- laitetta, jolla mitattiin koehenkilöiden staattista ja dynaamista tasapainoa. Vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaa mitattiin kenttätesteillä. Tulosten tilastolliseen analysointiin käytettiin PASW statistics 18.0- ohjelmaa. Tilastollisen merkitsevyyden raja-arvo oli $p < 0,05$.

Koeryhmän kahvakuulaharjoittelulla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta vartalon koukistajien- ja ojentajalihasten kestovoimaan eikä staattiseen tasapainoon. Dynaaminen tasapaino parani koeryhmällä tilastollisesti merkitsevästi. Kymmenen viikon kahvakuulaharjoittelu vaikutti tilastollisesti merkitsevästi koeryhmän koettuun yleiskuntoon ja vatsalihaksien voimaan sekä kontrolliryhmän selkälihaksien voimaan.

Tutkimuksen tulokset eivät ole yleistettävissä pienen otoskoon vuoksi. Lisäksi dynaamisen tasapainon tuloksiin tulee suhtautua kriittisesti, sillä osa tutkimusryhmästä sai testissä nollatuloksia. Jatkotutkimuksia tarvitaan kahvakuulaharjoittelun vaikutuksista syvien keskivartalon lihasten aktivoimisessa sekä kahvakuulaharjoittelun ja kuntosaliharjoittelun eroavaisuuksien vertailemisessa.

Asiasanat: työikäiset, kahvakuula, staattinen tasapaino, dynaaminen tasapaino, vartalon koukistajat, vartalon ojentajat, kestovoima

ABSTRACT

Perttu Suomalainen, Ville Virta

The Effects of Kettlebell Training on the Endurance Strength of Trunk Muscles and on Balance, 40 pages 4 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

School of Health Care and Social Services, Degree Programme in

Physiotherapy

Final Project 2010

Instructor: Senior Teacher Kari Kauranen, Saimaa UAS

The purpose of this final project was to study the effect kettlebell exercises had on the endurance strength of trunk muscles and on balance. In addition, the test subjects were asked how they personally felt the kettlebell exercises affected their general condition, balance, strength of trunk muscles and muscles control in the middle section of the body.

After initial measuring, the research group of 14 was divided into two groups: the test group (n=7) and the control group (n=7). The test group consisted of six women and one man, and the control group consisted of four women and three men. Once all initial measures were taken, the test group began a ten week exercise cycle. The cycle consisted of 1-2 instructed lessons of kettlebell exercises per week. Each lesson included a segment working the endurance strength of trunk muscles, as well as a segment exercising dynamic and static balance. Final measures were taken immediately after the ending of the intervention period. The control group only participated in the initial and final measuring.

The initial and final measuring in the study consisted of laboratory tests and field tests. A device called Good Balance was used for the laboratory tests, measuring the static and dynamic balance of the test subjects. The field tests were used to measure the endurance strength of trunk muscles. PASW statistics 18.0 software was used for the statistical analysis of the results. The threshold limit for statistical significance was $p < 0.05$.

The kettlebell exercises performed by the test group did not show any statistical significance in terms of the endurance strength of trunk muscles, nor in terms of static balance. However, the results for improved dynamic balance in the test group were statistically significant. 10 weeks kettlebell exercises performed by the test group statistical significance in their general condition, strength of flexor muscles and control group in their strength of extensor.

The results of the study cannot be generalized due to the small size of the test sample. In addition, the results for dynamic balance need to be studied in a critical manner, as some of the test group received zero results in the test. Further studies should be conducted on the effects of kettlebell exercises in activating deep muscles in the middle section of the body, as well as on comparing the differences between kettlebell exercises and gym exercises.

Key words: working age, kettlebell, static balance, dynamic balance, flexor muscles, triceps, endurance strength

1. JOHDANTO	6
2. LIHASVOIMA	7
2.1 Lihaksen rakenne ja voimantuotto	7
2.2 Voiman lajit	8
2.3 Voiman kehittyminen	9
3. VARTALON KOUKISTAJA- JA OJENTAJALIHAKSET	11
4. KESKIVARTALON LIHASTEN HARJOITTAMINEN	13
5. TASAPAINO	15
5.1 Tasapainojärjestelmä ja sen toiminta	15
5.2 Staattinen ja dynaaminen tasapaino	16
6. TASAPAINON HARJOITTAMINEN	17
7. KAHVAKUULAHARJOITTELU	16
8. TUTKIMUSONGELMAT	20
9. TUTKIMUSMENETELMÄT	20
9.1 Kohderyhmä	21
9.2 Tutkimusasetelma	22
9.3 Tutkimusmenetelmät.....	23
9.4 Interventio.....	23
9.4.1 Lihasvoimatestit	23
9.4.2 Tasapainotestit.....	25
9.5 Aineiston tilastollinen analyysi	28
10. TULOKSET	28
10.1 Vartalon koukistajalihasten kesto-voima	28
10.2 Vartalon ojentajalihasten kesto-voima	29
10.3 Staattinen tasapaino	28
10.4 Dynaaminen tasapaino.....	31
10.5 Kyselylomake.....	29
11. POHDINTA.....	32
11.1 Aineisto.....	33
11.2 Menetelmät.....	34
11.3 Tulokset.....	36
11.4 Jatkotutkimusaiheet.....	38
LÄHTEET.....	39

LIITTEET

- Liite 1 Kyselylomake
- Liite 2 Suostumussopimus
- Liite 3 Tuntisuunnitelma
- Liite 4 Harjoitusliikkeet

1. JOHDANTO

Kahvakuulilla tapahtuva harjoittelu on lisännyt suosiotaan sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti. Kahvakuulaharjoittelun oletetaan vaikuttavan fyysisen suorituskyvyn eri osatekijöihin. Fyysisen suorituskyvyn osatekijät ovat voima, kestävyys, nopeus, liikkuvuus ja koordinaatio. (Mero ym. 2004)

Kahvakuulaharjoittelun vaikutuksia on tutkittu vähän, joten koemme, että olisi arvokasta saada tutkittua tietoa aiheesta.

Kahvakuula on välineenä haastava, sillä oikealla suoritustekniikalla suoritettavat liikkeet vaativat keskivartalon lihasten hallintaa. Oletamme, että oikealla suoritustekniikalla suoritettavat kahvakuulaharjoitteet vahvistavat vartalon koukistaja- ja ojentajalihaksia. Fysioterapeuttisesta näkökulmasta vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten vahvistaminen on hyödyllistä, koska tutkimusten mukaan ne ovat tärkeässä roolissa alaselkäkipujen ennaltaehkäisyssä. (Malmivaara & Vanharanta 1997, 167)

Kahvakuulasta tekee poikkeavan harjoitusvälineen sille suunnitellut liikkeet sekä sen muoto. Kuulan painopiste suhteessa kehon painopisteeseen on kauempana kuin käsipainoilla harjoiteltaessa. Tämän johdosta keskivartalon lihaksilta vaaditaan erityisesti voimaa ja hallintaa. Kuulan painopisteen etäisyys tuo myös lisää haasteellisuutta tasapainon ylläpitämisessä.

Kahvakuulilla tapahtuvista liikkeistä pääosa suoritetaan pystyasennossa. Monet liikkeistä ovat toiminnallisia, suljetun kineettisen ketjun liikkeitä. Kahvakuulilla tehtävien liikkeiden oletetaan olevan dynaamisempia ja ballistisempia kuin levytangolla tai käsipainoilla tehtävät liikkeet. Kahvakuulaliikkeitä voidaan soveltaa tavoitteiden mukaisiksi, kuten tasapainon kehittäminen. Hyviä harjoitteita tasapainon parantamiseksi ovat liikkeet, joissa tukipinta pienenee tai näköaistin osuus vähenee. (Nappari 2005, 4.)

Kaatumistapaturmat aiheuttavat suuria kustannuksia yhteiskunnalle ja yksilölle. Hyvä tasapaino on tärkeä ennaltaehkäisevä tekijä kaatumisissa. (Lampinen & Peltola 2000, 5) Tasapainoharjoittelu vaatii paljon toistoja, siksi sen yhdistäminen muiden fyysisten osatekijöiden harjoittamiseen on mielestämme hyödyllistä. Kahvakuulaharjoittelu voisi monipuolisuutensa sekä toiminnallisuutensa ansiosta olla tulevaisuudessa hyvä harjoitusmuoto työikäisille, ikääntyneille sekä urheilijoille.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten 10 viikon kahvakuulaharjoittelu vaikuttaa vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaan sekä dynaamiseen ja staattiseen tasapainoon. Tutkimuksessa selvitetään, miten koehenkilöt kokevat harjoittelun kehittävän yleiskuntoa, tasapainoa, vatsa- ja selkälihaksien voimaa sekä keskivartalon lihasten hallintaa.

2. LIHASVOIMA

2.1 Lihaksen rakenne ja voimantuotto

Lihäs muodostuu motorisista yksiköistä. Motorisella yksiköllä tarkoitetaan yhtä hermosolua ja sen hermottamia lihassoluja. Motorisen yksikön lihassolujen määrä vaihtelee sen mukaan, onko lihaksen päätehtävä hienomotoriikassa vai karkeamotoriikassa. Karkeamotoriikkaan keskittyneissä lihaksissa saattaa olla satoja, ellei tuhansia lihassoluja motorisessa yksikössä. Tällaisia lihaksia ovat esimerkiksi vartalon ja raajojen lihakset. (Rissanen & Savolainen 2007, 35)

Yhden motorisen yksikön lihassolut ovat aina samantyyppisiä eli hitaita tai nopeita lihassoluja. Motorisen yksikön supistumisnopeus on maksimaalisen isometrisen jännityksen saavuttamiseen kulunut aika. Hitait motoriset yksiköt tarvitsevat selvästi enemmän aikaa maksimaaliseen supistuksen tuottamiseen kuin vastaavat nopeat motoriset yksiköt. Supistumisnopeus on taas riippuvainen siitä, kuinka nopeasti lihassolu pystyy pilkkomaan ATP:tä. (Rissanen & Savolainen 2007, 35-36)

Keskushermoston tehtävä on säädellä lihaksen voimantuottoa. Hermosoluja on erikokoisia, joiden aktivaatiokynnykset ja johtumisnopeudet ovat erilaiset. Nämä hermosolut vastaavat siitä, että kulloiseenkin kuormitustilanteeseen valittaisiin supistumis- ja kestävyysominaisuuksiltaan sopivimmat motoriset yksiköt.

Tutkimuksissa on todettu hitaiden motoristen yksiköiden aktivoituvan ensimmäisenä yksittäisissä lihassoluissa. Mikäli saavutettava lihasjännitystaso ei ole riittävä, aktivoituu jo käytössä olevia hitaita motorisia yksiköitä entistä useammin. Tämän jälkeen lisääntyy motoristen yksiköiden lukumäärä ja kuormituksen kasvaessa riittävän isoksi aktivoituvat nopeat lihassolut.

(Rissanen & Savolainen 2007, 37-38)

2.2 Voiman lajit

Voiman lajit ovat nopeusvoima, maksimivoima ja kestovoima. Nopeusvoimassa voiman tuotto voi olla luonteeltaan asyklistä tai syklistä. Asyklinen voiman tuotto on kertaluonteista kun taas syklistä voimaa tuotetaan toistuvina suorituksina. Voiman tuottaminen kestää yleensä 0,1- 2 sekuntia. Maksimivoimaa mitataan yhden toiston maksimilla tai maksimaalisella isometrisellä supistuksella.

Kestovoima poikkeaa enemmän nopeusvoimasta kuin maksimivoima.

Kestovoima on pitkäkestoista voiman tuottamista, joka voi kestää jopa useita minutteja. Kestovoima voidaan jakaa myös joko aerobiseen tai anaerobiseen osa-alueeseen riippuen energian tuoton toteutustavasta. (Häkkinen ym. 2004, 251)

Kestovoimaa kehittävä harjoittelu perustuu ylikuormittumisperiaatteeseen.

Tällöin harjoituskuormitus ylittää lihaksen energiantuottokapasiteetin. Vaikutus on spesifinen eli kehitys tapahtuu vain tietyissä nopeuksissa ja sillä nopeudella, millä ne tehdään. Harjoittelukertoja tulisi olla vähintään 2 viikossa, mutta eri ihmiset ja lihasryhmät reagoivat eri tavalla harjoitteluun. Voimakkuutta ja tehokkuutta kehittäväällä harjoittelulla on saatu hyviä tuloksia selkävaivoissa sekä muissa TULE- vaivoissa. (Mälkiä & Asola-Myllynen 1997, 343)

Kestovoimaharjoittelussa on merkittävintä suorituksen kesto. Harjoittelun johdosta väsymisilmiö vähenee ja harjoiteltua lihastoimintaa voidaan samalla kuormalla jatkaa pitempään. Harjoitusvaste on liikkeen harjoittelun keston suhteen aika täsmällinen. Harjoittelun tulisi ilmeisesti olla tiheämpää kestävyysharjoittelussa kuin lyhytaikaisen voiman harjoittelussa. Toimintakyvyn ylläpitämiseksi tarvitaan useita voiman eri lajeja, kuten kesto- sekä maksimivoimaa. (Mälkiä & Asola-Myllynen 1997, 343–344)

Lihaskestävyden harjoittelussa toistojen määrät ja suositukset harjoituskuormien suuruuteen perustuvat hermo-lihasjärjestelmän ja energia-aineenvaihdunnan kuormitusvasteisiin. Kestovoiman harjoittelussa suositellaan 20–50 toiston tekemistä lisäkuorman ollessa 20–50% maksimista. Ideana on tehdä paljon toistoja kevyellä kuormalla. Kestovoimaharjoittelulla pyritään vaikuttamaan paikallisesti lihasten kestävyteen. Hyvä lihaskestävyys on eduksi erityisesti vartalon lihaksissa, joiden tehtävänä on pitää ryhtiä yllä. (Hiilloskorpi 2009)

2.3 Voiman kehittyminen

Voiman lajit kehittyvät lapsella, nuorella ja aikuisella perimän ja ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta. Ulkoinen tekijä voi olla leikki, harjoittelu tai työ. Murrosiän hormonaalisen kypsymisen ansiosta voima lisääntyy erityisesti pojilla. Miehet ovat aikuisena voimakkaampia kuin naiset. Naisten voiman ollessa 50–60 % yläraajojen ja noin 60–70 % alaraajojen voiman osalta miesten vastaavasta absoluuttisesta voimatasosta. (Häkkinen ym. 2004, 252)

Voiman huippuarvot ovat sekä naisilla että miehillä 20–30 ikävuoden välillä. Ihmisen luurankolihas kykenee tuottamaan noin 16–30 Newtonia voimaa per neliösenttimetri lihaspinta-alaa riippumatta sukupuolesta. Nopeat motoriset yksiköt pystyvät tuottamaan voimaa enemmän kuin hitaat motoriset yksiköt. (Jones ym. 1989). 30–50 ikävuoden välillä voiman taso on melko vakaa tai laskee varsin vähän. Tästä eteenpäin voima laskee molemmilla sukupuolilla, mutta erityisesti naisilla. Voiman väheneminen on erityisen nopeaa 70 ikävuoden jälkeen. (Häkkinen ym. 2004, 252)

Maksimivoiman väheneminen johtuu pääasiassa lihasmassan vähenemisestä. Lisäksi lihasten tahdonalainen maksimaalinen aktivointikapasiteetti laskee ja se vaikuttaa myös maksimivoiman vähenemiseen. Lihasmassan lasku johtuu lihassolujen koon pienenemisestä sekä lihassolujen vähenemisestä. Nopeat lihassolut vähenevät erityisesti ikääntymisen johdosta ja siksi myös nopeusvoima heikkenee merkittävästi. Voima vähenee enemmän jalkojen lihaksista kuin käsien lihaksista. (Häkkinen ym. 2004, 252)

3. VARTALON KOUKISTAJA- JA OJENTAJALIIHAKSET

Vartalon koukistuksessa liikkeen tuottamista vastaa pääasiassa suora vatsalihas ja vartalon ojennuksessa pitkä selkälihas. Poikittainen vatsalihas, monihalkoiset lihakset ja sisempi vino vatsalihas kuuluvat paikallisiin stabiloiviin lihaksiin. (Koumantakis ym. 2005.) Magee 2008 jakaa lihakset kategorioihin, jotka osallistuvat vartalon koukistukseen ja ojennukseen. Lihakset on käsitelty tarkemmin taulukossa 1 ja 2.

Taulukko 1 Vartalon koukistajalihakset (Magee 2008, 496 & Mylläri 1999).

Vartalon koukistajalihakset	Lähtökohta (O.)	Kiinnityskohta (I.)
Iso lannelihas (m. psoas major).	Th 12- L4 nikaman solmu, niiden väliset välilevyt, L1- L4 poikkihaarakeet.	Reisiluun pieni sarvennoinen.
Suora vatsalihas (m. rectus abdominis).	Kylkirustot 5-12, rintalastan miekkalisäke.	Häpyliitos, häpyluun harju.
Ulompi vino vatsalihas (m. obliquus externus abdominis).	Kylkiluiden 5-12 ulkopinnat.	Suoliluun harjun ulkoahuuli, valkea jännesauma, vatsanseudun aponeuroosi.
Sisempi vino vatsalihas (m. obliquus internus abdominis).	Nivusside, suoliluun harjun välisärmä, lanneselkärakko.	Kylkiluiden 4-12 sisäpinnat, valkea jännesauma, vatsanseudun aponeuroosi.
Poikittainen vatsalihas (m. transversus abdominis).	Nivusside, suoliluun harjun sisäahuuli, lanneselkärakko, kylkirustojen 7-12 sekä kylkiluiden 6 ja 12 sisäpinnat.	Valkea jännesauma, vatsanseudun aponeuroosi.
Poikkihaarakevälilihakset (m. intertransversarii).	Kaularangan ja rintarangan Th 10- Th 12 nikamat: lateraaliset juosteet poikkihaarakeista, lannerangassa mediaaliset juosteet, jotka lähtevät processus mamillarisista.	Lähtökohtaa ylemmän nikaman poikkihaarake, lähtökohtaa ylemmän nikaman processus mamillaris tai processus accessorius.

Taulukko 2 Vartalon ojentajalihakset (Magee 2008, 542 & Mylläri 1999).

Vartalon ojentajalihakset	Lähtökohta (O.)	Kiinnityskohta (I.)
Leveä selkälihas (m. latissimus dorsi).	Lanneselkäkalvo, Th7- Th12 nikamien okahaarakkeet, ristiluu, suoliluun harju, kylkiluut 4-12.	Pienen olkakyhmyyn harju, lapaluun alakulma.
Monihalkoiset lihakset (mm. multifidi).	Ristiluu, suoliluun ylätakakärki, kaikkien lanne- ja rintanikamien sekä alimpien kaulanikamien poikkihaarakkeet.	Kaikkien nikamien okahaarakkeet 2-4 nikamaa lähtökohdan yläpuolelle.
Kiertäjähakset (mm. rotatores).	Selkärangan kaikkien nikamien poikkihaarakkeet.	Okahaarakkeiden tyveen kahteen seuraavaan origonikaman yläpuolella olevaan nikamaan.
Pitkä selkälihas (m. longissimus), josta osa longissimus thoracis.	Ristiluu, L1- L5 nikamien okahaarakkeet, alimpien rintanikamien poikkihaarakkeet	Th 1- L5 poikkihaarakkeet, 11 alimman kylkiluun kulmat.
Suoliluu- kylkiluulihas (m. iliocostalis), josta osa m. iliocostalis lumborum.	Ristiluu, suoliluun harjun ulkokuuli, fascian välityksellä L1- L5 okahaarakkeet.	Kylkiluiden 5-12 kulma.
Suoliluu- kylkiluulihas (m. iliocostalis), josta osa m. iliocostalis thoracis.	Kylkiluut 7-12, kylkiluiden kulmien mediaalipuolelta.	Kylkiluiden 1-6 kulma.
Okahaarakeväliihakset (mm. interspinales) a. mm. interspinales cervicis b. mm. interspinales thoracis c. mm. interspinales lumborum	Okahaarakkeet kaularangan ja lannerangan alueella, Th 1-2, Th 11–12 nikamien alueella sekä toisinaan muualla rintarangan alueella.	Lähtökohdan yläpuolella oleva okahaarake.
Vino okahaarakelihas (m. semispinalis), josta osa m. semispinalis thoracis.	Nikamien Th6- Th10 poikkihaarakkeet.	Nikamien C6- Th4 okahaarakkeet.
Suora okahaarakelihas (m. spinalis), josta osa m. spinalis thoracis.	Alimpien rintanikamien (yleensä Th 11- Th 12) ja joskus ylimpien lannenikamien okahaarakkeet.	Rintanikamien okahaarakkeet välillä Th2- Th9.
Iso pakaralihas (m. gluteus maximus).	Suoliluun takimmaisesta pakaraviivan takaa, ristiluu	Reisiluun pakarakyhmy, suoliluun-sääriside
Nelikulmainen lannelihas (m. quadratus lumborum).	Suoliluun harjun takaosa.	12 kylkiluu, L1- L4 nikamien poikkihaarakkeet.

4. KESKIVARTALON LIHASTEN HARJOITTAMINEN

Bronfort ym. 1996 tutkivat kolmen eri hoitomuodon tehokkuutta kroonisilla alaselkäkipupotilailla. Koehenkilöt olivat 20–60-vuotiaita. Tutkimuksessa harjoitettiin vartalon ojentajia ja koukistajia sekä vinoja vatsalihaksia. Toistoja tehtiin 20 kappaletta 1 minuutin palautuksella. Tunnin aikana nämä kolme harjoitetta toistettiin niin monesti kuin potilas kykeni. Harjoitusjakso kesti 11 viikkoa ja harjoituskertoja tuli yhteensä 20. Tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi vartalon koukistajien voimassa ja kestävyudessa sekä ojentajien voimassa ja kestävyudessa koeryhmällä, jotka harjoittivat keskivartalon lihaksia. Vartalon koukistajien voima parani keskimäärin 34 % ja kestävyys 101 %. Vartalon ojentajissa vastaavat lukemat olivat voiman osalta 32 % ja kestävyuden osalta 141 %.

Vuonna 2005 Chien ym. tutkivat myös vartalon koukistajien ja ojentajien lihasvoimaharjoittelua. 12 viikon interventioon osallistui 28 naista, keski-ikänsä 60,3 vuotta. Koeryhmä harjoitteli 3 kertaa päivässä 12 viikon ajan. Harjoitteet kohdistuivat vartalon ojentajiin ja koukistajiin. Liikkeitä oli 7 kappaletta ja niitä tehtiin 10 toistoa 3 sarjoissa. Harjoituskertoja tuli 12 viikon aikana 252. Koehenkilöt suorittivat Cybex 6000 mittalaitteella 5 toistoa kulmanopeuksilla 60° sekunnissa ja 120° sekunnissa. Lihasvoimassa tapahtui tilastollisesti merkitsevää paranemista tuloksissa koeryhmällä verrattuna kontrolliryhmään. Tulokset paranivat vartalon koukistajissa keskimäärin 9 Nm kulmanopeudella 120° sekunnissa, 60° sekunnissa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää parannusta. Vartalon ojennuksissa tulokset paranivat keskimäärin 16,1 Nm kulmanopeudella 120° sekunnissa ja 7,3 Nm kulmanopeudella 60° sekunnissa.

Gold ym. 2004 tutkivat taas vartalon ojentajien vahvistamista. Tutkimus käsitteli vartalon ojentajien harjoittamista vanhoilla naisilla, joilla on selkärangan nikamassa murtuma. Vartalon ojentajia vahvistettiin joko päinmakuulla tai istualtaan. Mikäli päinmakuulla suoritettava harjoite tuntui helpolta, lisättiin vastukseksi painot käsiin. Kevyin versio harjoitteista oli istualtaan tapahtuva, jossa fysioterapeutti antoi suorituksella manuaalisen vastuksen. Harjoittelu kesti 6 kuukautta ja harjoituskertoja oli 3 kertaa viikossa 45 minuuttia kerrallaan.

Tutkimuksessa mitattiin vartalon ojentajien maksimaalista isometristä voimaa. Koeryhmällä tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi 6 kk:n jälkeen. Parannusta tapahtui keskimäärin 15,02 ft-lb.

Hieman erilaisia tuloksia saivat Chok ym. 1999 tutkiessaan vartalon ojentajien kestävyuden merkitystä kivun vähenemisessä ja toimintakyvyssä subakuuteilla alaselkäkipupotilailla. Tutkimukseen osallistui 66 henkilöä. Ikäjakauma heillä oli 20–55-vuotta. Koeryhmä harjoitteli 3 kertaa viikossa kuuden viikon ajan ja Sorensenin testillä mitattiin vartalon ojentajien kestävyyttä. Harjoitusohjelma sisälsi 5 vartalon ojentajien lihaskestävyyttä tukevaa harjoitetta. Harjoitteet tehtiin 2 kertaa päivässä. Harjoituskerralla oli tarkoitus tehdä 300 toistoa vahvistamaan vartalon ojentajalihaksia. Koe- ja kontrolliryhmällä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa Sorensenin testissä. Tutkimuksen tekijöiden mukaan suurin syy tähän oli harjoittelun annostus ja potilaiden profiili. Heidän mukaan korkeammalla intensiteetillä suoritettu interventio olisi tuonut tilastollisesti merkitseviä tuloksia.

Carpenter ym. 1991 tutkimuksessa vertailtiin eri frekvenssillä suoritettujen harjoittelujen vaikutusta isometriseen lannerangan ojennus voimaan. Harjoittelujaksojen pituudet olivat 12 ja 20 viikkoa. Aikaisemmat tutkimukset, kuten Flintin ja Bergerin tutkimukset, osoittavat että progressiivisella kestävyysharjoittelulla vartalon ojennusvoima kasvaa merkitsevästi. Lisäksi aikaisemmat tutkimukset, Pollock ym. ja Graves ym. osoittavat, että lannerangan ojentajalihakset ovat useimmiten heikkoja ja niillä on suuri potentiaali lisätä voimaa oikeanlaisen progressiivisen kestävyysharjoittelun ansiosta. Graves ym. eivät löytäneet tilastollisesti merkitsevää eroa isometriseen lannerangan ojennusvoimaan ryhmillä, jotka harjoittelivat kerran joka toinen viikko, kerran joka viikko, 2 kertaa viikossa tai 3 kertaa viikossa.

Harjoitteluun osallistui 56 koehenkilöä. Näistä koehenkilöistä 7 harjoitteli 3 kertaa viikossa, 12 harjoitteli 2 kertaa viikossa, 12 harjoitteli kerran viikossa ja 10 harjoitteli kerran joka toinen viikko. 15 koehenkilöä kuului kontrolliryhmään, joka ei harjoitellut ollenkaan. Harjoittelun tulokset mitattiin maksimaalisella isometrisellä lannerangan ojennusvoimamittarilla. Testissä mitattiin ojennusvoimaa eri kulmissa: 72°, 60°, 48°, 36°, 24°, 12° ja 0°. Kulmien

muutosten välillä oli 10 sekunnin tauko, jonka jälkeen suoritus jatkui. Myös harjoittelussa käytettiin kyseistä testilaitetta ja kyseisiä kulmia. 2 kertaa viikossa harjoitella tapahtui tilastollisesti merkitsevää paranemista kaikissa kulmissa. Keskimääräinen paraneminen oli asteissa 0°: 62,2 Nm, 12°: 78,6 Nm, 24°: 67,9 Nm, 36°: 61,7 Nm, 48°: 55,2 Nm, 60°: 45,9 Nm ja 72°: 40,8 Nm. (Carpenter ym. 1991.)

5. TASAPAINO

5.1 Tasapainojärjestelmä ja sen toiminta

Tasapaino on kykyä ylläpitää kehon asento ja estää toivomattomat muutokset asennossa keskushermoston posturaalisen kontrollin, tasapaino- ja suojareaktioiden eli asentoheijasteiden avulla. Käytännössä tämä ilmenee vartalon hallintana ja se näkyy kaikissa päivittäisissä toiminnoissa. Tasapaino mukautuu kehon asentoon, pään hallintaan katseen vakauttamiseksi, pystyasennossa toimimiseen ja taitoa vaativiin liikkeisiin. Keskushermoston lisäksi pystyasennon säätelystä huolehtii seuraavat säätelyjärjestelmät, sisäkorvan tasapainoelin, näköaisti ja lihasten sekä jalkapohjien proprioseptiikka. Säätelyjärjestelmät antavat tietoa keskushermoston, pään ja vartalon asennoista sekä niiden muutoksista. Tasapainon säätelyyn tarvitaan ainakin kahden aistin toimintaa. Tärkeimmässä roolissa tasapainon säätelyssä on sisäkorvan tasapainoelin, joka vastaa noin 60-prosenttisesti tasapainon säätelystä. (Lampinen & Peltola 2000, 6)

Ihmisen keho on jatkuvassa huojuntaliikkeessä ollessaan pystyasennossa. Huojuntaa automaattisesti korjaavat ja muuntelevat reaktiot ovat liikemalleja. Mallit muodostuvat pystyasentoa säätelevistä hermoverkoista, joiden toiminnan määrää perimä sekä oppiminen. (Lampinen & Peltola 2000, 7)

Tasapainojärjestelmä muokkautuu koko elämän ajan. Liikemalleja varastoidaan tasapainomuistiin, jonka oletetaan olevan hippokampuksessa. Vastasyntyneellä tasapainomuisti on vielä tyhjä, mutta iän karttuessa se rupeaa täyttymään. Parhaimmillaan tasapaino on 30–40-vuotiaana. Iän lisääntyessä eri aistien merkitys tasapainon säätelyssä muuttuu. Lapsilla jalan proprioseptinen ja

jalkapohjien eksteroseptinen aisti on hallitseva. Ikääntyneillä taas näköaistilla on ratkaiseva merkitys tasapainon säätelyssä. (Lampinen & Peltola 2000, 7)

5.2 Staattinen ja dynaaminen tasapaino

Tasapaino jaetaan staattiseksi ja dynaamiseksi tasapainoksi. Staattisella tasapainolla tarkoitetaan kykyä ylläpitää sama staattinen asento eli painopisteen tulisi kestää paikallaan. Staattisen tasapainon ylläpitämisessä nilkan ja lonkan toiminnalla on oleellinen merkitys. Esimerkiksi kahdella jalalla seistessä ihminen huojuu koko ajan ja pyrkii tekemään korjaavia liikkeitä toistuvasti. Dynaaminen tasapaino tarkoittaa tasapainon säilyttämistä liikkeen aikana. Ihmisen pystyasento on tasapainotila, joka on jatkuvaa dynaamisen tasapainon ylläpitämistä kehittyneen tasapainojärjestelmän avulla. Toiminnallisesti nämä osa-alueet ilmenevät usein samanaikaisesti. Lisäksi ei ole olemassa erikseen järjestelmää staattisen ja dynaamisen tasapainon ylläpitoon. (Lampinen & Peltola 2000, 8)

Proaktiivinen ja reaktiivinen tasapainon säätely liikestrategioiden avulla ilmenee seuraavasti. Tasapainon ylläpitämiseen vaaditaan keskus- ja ääreishermoston toimintaa. Lihasten tulisi aktivoitua oikea-aikaisesti ympäri vartaloa, jotta pystyasento säilyisi. Kävely on hyvä esimerkki siitä, joka vaatii jatkuvaa tasapainon säätelyä. Useimmat kaatumiset tapahtuvat juuri kävelyn yhteydessä. (Lampinen & Peltola 2000, 9)

Dynaamisen tasapainon säätelyssä korostuvat proaktiivinen ja reaktiivinen malli. Mallia on kehittänyt vuodesta 1993 Patla (Woollacot & Tang). Mallin mukaan proaktiivinen tasapainon säätely tapahtuu jo ennalta ennen kuin tasapaino on uhattuna. Proaktiivisen tasapainon kontrollissa on kaksi toteutustapaa. Ensimmäinen on kävelyn liikemallissa ylävartalon pystyasennon säilyttäminen. Se perustuu automaattiseen refleksitason säätelyyn. Toinen tapa toteutuu ympäristön jatkuvana tarkkailuna, eli ihminen pyrkii näköaistin avulla välttämään esimerkiksi liukkaita alustoja. Tällöin ihminen madaltaa painopistettä lonkan toiminnan avulla. Proaktiiviseen kontrolliin kuuluu myös tasapainoa uhkaavien tilanteiden ja esteiden välttely. Näin ollen keskushermostolta

vaaditaan myös tietoista säätelyä automaattisen säätelyn lisäksi. (Lampinen & Peltola 2000, 9)

Reaktiivinen malli otetaan käyttöön, kun tasapaino on jo menetetty. Tämä tapahtuu automaattisesti refleksiä avulla. Vanhemmilla ihmisillä näköaistin heikkenemisen johdosta proaktiivinen kontrolli on puutteellista ja siksi he joutuvat usein turvautumaan reaktiiviseen kontrolliin. Proaktiivisessa ja reaktiivisessa tasapainon säätelyssä käytetään hyväksi tasapainostrategioita, jotka aktivoivat tuki- ja liikuntaelimet toimintaan. Tasapainostrategioita ovat nilkka-, lonkka- ja askellusstrategiat. Nilkka- ja lonkkastrategiat aktivoituvat pienen huojunnan johdosta. Askelstrategia taas aktivoituu silloin, kun tasapaino on jo menetetty. (Lampinen & Peltola 2000, 10–11)

6. TASAPAINON HARJOITTAMINEN

Timonen ym. 2002 tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida avohoitopotilaiden voimaharjoitteluohjelman vaikutusta lihasvoimaan, tasapainoon ja kävelynopeuteen. Huonon alaraajojen lihasvoiman on todettu olevan yhteydessä toiminnalliseen kyvyttömyyteen, kuten tasapaino ongelmiin (Young, 1986; Friatarone, Marks, Ryan, Meredith, Lipsitz, Evans, 1990; Rantanen, Era, Heikkinen, 1994). Tasapainoa testattiin Bergin tasapainotestillä, joka mittaa sekä staattista että dynaamista tasapainoa. Tutkimukseen osallistui 68 naista, joiden keski-ikä oli 83 vuotta. Naiset arvottiin harjoitteluryhmään (koeryhmä) ja kotiharjoitteluryhmään (kontrolli ryhmä). Koeryhmällä tapahtui merkittävää paranemista tuloksissa verrattuna kontrolliryhmään tasapainossa, polven ojennusvoimassa sekä kävelynopeudessa. Koeryhmän harjoittelu sisälsi vastusharjoittelua polven ojentajille, koukistajille sekä lonkan loitontajille. Toiminnallisena harjoitteluna oli mukana tuoilta ylös nousu sekä seisoma-asennossa lonkan ojennus sekä koukistus. Toistoja tehtiin 8-30. Harjoittelu tehtiin kahdesti viikossa 10 viikon ajan.

Wolfson ym. 1996 tutkivat kolmen kuukauden korkean intensiteetin voima- ja tasapainoharjoittelun sekä tasapainoharjoittelun vaikutusta vanhainkodin asukkailla. Tutkimuksessa verrattiin tasapainon, voiman ja tasapainon/voiman harjoittelun vaikutuksia 3 eri tasapainotestiin. Voimaharjoittelu oli kevyellä vastuksella suoritettua sisältäen mm. polven ojennus ja koukistus harjoituksia. Tasapainoharjoittelussa käytettiin taas terapiapalloa sekä askellus harjoitteeseen kapeaa puomia. Tutkimukseen osallistui 110 henkilöä, joiden keski-ikä oli 80 vuotta. Tasapainoharjoittelu parani tilastollisesti merkitsevästi kaikilla tasapainomittareilla mitattuja tuloksia. Esimerkiksi yhdellä jalalla seisominen parani keskimäärin 4,3 sekuntia.

Madureira ym. 2006 tutkivat tasapainoharjoittelun vaikutusta tasapainoon, toiminnalliseen liikkuvuuteen ja kaatumisten yleisyyteen. 66 yli 65-vuotiasta naista, joilla on osteoporoosi, jaettiin satunnaisesti koe- ja kontrolliryhmiin. 12 kuukautta kestävässä interventiossa koeryhmä harjoitteli fysioterapeutin ohjauksessa kerran viikossa yhden tunnin ja lisäksi heitä kannustettiin tekemään sama ohjelma kotiharjoitteluna kolme kertaa viikossa. Bergin tasapainotestissä koeryhmän tulokset olivat merkitsevästi korkeammat, kuin kontrolliryhmällä ($p < 0,001$). Toiminnallisessa Timed "Up and Go" testissä koeryhmän ajat olivat tilastollisesti merkitsevästi vähentyneet kontrolliryhmään nähden ($p < 0,001$). Kaatumisten lukumäärä oli vähentynyt tilastollisesti merkitsevästi koeryhmässä suhteessa kontrolliryhmään ($p < 0.018$). Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tasapainoharjoittelulla voidaan kehittää toiminnallista ja staattista tasapainoa, toiminnallisuutta ja kaatumisten vähenemistä ikääntyvillä naisilla, joilla on osteoporoosi.

7. KAHVAKUULAHARJOITTELU

Kahvakuulaharjoittelua on harrastettu Itä-Euroopassa satoja vuosia. Alun perin kahvakuula oli venäläinen punnus, jota myöhemmin ruvettiin käyttämään harjoitusvälineenä. Martti Nappari nimesi alkuperäiseltä nimeltään olevan Giryran kahvakuulaksi. (Nappari 2005, 3.)

Kahvakuulia on monen eri painoisia, naisille suositellaan 4-12 kg:n tai 16 kg:n painoista kuulaa ja miehille 8–16 kg:n tai 20–24 kg:n painoista kuulaa. Kahvakuulia on myös näitä kevyempiä sekä raskaampia versioita. Vähemmän liikuntaa harrastaneille suositellaan luonnollisesti kevyempiä versioita kuulista. Kahvakuulaharjoittelu ei ole pelkkä voimalaji vaan alkuun on tärkeä löytää oikea suoritustekniikka. Harjoittelun voi kohdistaa nopeisiin ja rytmikkäisiin liikkeisiin tai hitaampiin liikkeisiin, jotka kehittävät erityisesti tasapainoa, koordinaatiota ja notkeutta. Myös liikevalinnat, toistojen määrät, sarjat ja palautuksen pituus vaikuttavat siihen, mitä fyysisen suorituskyvyn osa-aluetta pyritään kehittämään. (Nappari 2005, 4-6.)

Kahvakuulaharjoittelu ei eroa merkittävästi käsipainoilla tai levytangoilla suoritettavasta harjoittelusta. Kahvakuulassa paino sijaitsee käden jatkeena edessä toisin kuin käsipainossa ja tangossa, joissa paino jakautuu käden sivupuolille. Kahvakuulan painopiste on monissa liikkeissä, erityisesti heilautuksissa kauempana kehon painopistettä kuin samoissa liikkeissä, jotka tehdään käsipainoilla tai tangolla. Tämä nostaa keskivartalon hallinnan ja lihasten voiman vaatimustasoa. Kahvakuula ei varsinaisesti ole ratkaiseva juttu vaan sille suunnitellut liikkeet. Useat liikkeet ovat dynaamisia ja ballistisia, jotka vaativat kehonhallintaa, keskivartalonhallintaa sekä usean lihaksen yhteistoimintaa. (Nappari 2005)

8. TUTKIMUSONGELMAT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää 10 viikon kahvakuulaharjoittelun vaikutusta vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaan sekä staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon työikäisillä. Laadullisesti kyselylomakkeella selvitetään koehenkilöiden tuntemuksia harjoittelujakson vaikutuksista yleiskuntoon, tasapainoon, vatsa- ja selkälihaksien voimaan sekä keskivartalon lihasten hallintaan. Tällöin tutkimusongelmiksi muodostuvat seuraavat kysymykset:

1. Miten 10 viikon kahvakuulaharjoittelu vaikuttaa vartalon koukistajalihasten kestovoimaan työikäisillä koehenkilöillä?
2. Miten 10 viikon kahvakuulaharjoittelu vaikuttaa vartalon ojentajalihasten kestovoimaan työikäisillä koehenkilöillä?
3. Miten 10 viikon kahvakuulaharjoittelu vaikuttaa staattiseen tasapainoon työikäisillä koehenkilöillä?
4. Miten 10 viikon kahvakuulaharjoittelu vaikuttaa dynaamisen tasapainoon työikäisillä koehenkilöillä?
5. Miten 10 viikon kahvakuulaharjoittelu vaikuttaa koettuun yleiskuntoon, tasapainoon, vatsa- ja selkälihaksien voimaan sekä keskivartalon lihasten hallintaan työikäisillä koehenkilöillä?

9. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimus alkoi koehenkilöiden hakemisella syksyllä 2009. Koehenkilöitä haettiin lehti-ilmoituksella. Kiinnostusta kahvakuulaharjoitteluun oli runsaasti ja siksi koehenkilöitä saatiin helposti tutkimukseen mukaan. Tutkimussuunnitelma hyväksyttiin ja tutkimuslupa saatiin marraskuussa 2009. Joulukuussa 2009 koehenkilöitä informoitiin sähköpostitse tutkimuksesta. Suostumuslomake tutkimukseen osallistumisesta kirjoitettiin alkutestien yhteydessä tammikuussa 2010.

Alkumittaukset tehtiin kahtena eri päivänä. Ensimmäisenä mittauspäivänä suoritettiin laboratoriomittaukset, jotka sisälsivät Good Balance-laitteella suoritettavat tasapainomittaukset. Lisäksi koehenkilöt täyttivät kyselylomakkeen. Toinen mittauspäivä koostui lihaskuntomittauksista, joissa mitattiin vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaa. Alkumittausten jälkeen arvottiin koe- ja kontrolliryhmä.

Koeryhmä aloitti harjoittelun samalla viikolla kuin oli toinen alkumittauspäivä. Ensimmäisellä interventio viikolla oli yksi harjoituskerta. Seuraavasta viikosta eteenpäin koeryhmä harjoitteli kaksi kertaa viikossa. Viiden viikon jälkeen tarkastettiin harjoitusohjelmaa, mutta kuitenkin niin, että harjoituskerran runko pysyi entisenlaisena. Myös viimeisillä viidellä viikolla harjoituskertaan kuului tasapaino-osio, lihaskunto-osio ja venyttely-osio. Yhden harjoituksen kesto oli 45 minuuttia. Harjoittelujakson jälkeen seuraavalla viikolla oli loppumittaukset samalla tavalla toteutettuna kuin alkumittaukset.

Alku- ja loppumittauksiin testattavat tulivat ennalta sovitun aikataulun mukaan. Testattavia tuli kolme kerralla puolen tunnin välein. Testien suoritusjärjestys oli sekä alku- että loppumittauksissa sama. Good Balance- laitteella tehtiin ensin staattisen tasapainon mittaus ja sen jälkeen dynaamisen tasapainon mittaus. Kyselylomake täytettiin ennen Good Balance mittauksia. Lihaskuntomittauksissa vartalon koukistajalihasten kestovoima mitattiin ennen vartalon ojentajalihaksia.

9.1 Kohderyhmä

Koe- ja kontrolliryhmä muodostui lehti-ilmoituksella haetuista työikäisistä henkilöistä. Koehenkilöiden ikä oli 31–57 vuotta. Poissulkukriteereinä olivat diagnosoitu akuutti TULE-vaiva, diagnosoitu sydän- ja verenkiertoelimistön sairaus sekä kilpaurheilua harrastavat. Poissulkukriteerit selvitettiin puhelimesta ilmoittautumisen yhteydessä. Tutkimushenkilöt arvottiin koe- ja kontrolliryhmään niin, että naisia ja miehiä tuli saman verran molempiin ryhmiin. Koeryhmäläisten tuli osallistua 75 %:n ohjatuista harjoituskerroista, jotta heidän tuloksensa huomioitiin tutkimuksessa. Lopulta tilastollisessa analysoinnissa

käytettiin 14 henkilön tuloksia. Heistä kuului koeryhmään 1 mies ja 6 naista sekä ja kontrolliryhmään 3 miestä ja 4 naista.

Koeryhmään kuului aluksi 3 miestä ja 6 naista. Heistä 2 miestä ei täyttänyt vaadittua osallistumismäärää harjoituskerroista. Kontrolliryhmästä 2 naista olivat estyneitä tulemaan loppumittauksiin. 4 henkilöä karsiutui siis tilastollisesta analysoinnista pois.

Alkumittausten tulosten perusteella ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa taustamuuttujien suhteen. Taustamuuttujista huomioitiin ikä, pituus, paino sekä BMI. $BMI = \text{paino} : \text{pituus (m)}^2$.

Taulukko 3. Koehenkilöiden sukupuoli, ikä (v), pituus (cm), paino (kg) sekä BMI.

Koehenkilöt	Sukupuoli	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI
Koe 1	n	45	165	65	23,9
Koe 2	n	46	155	58	24,1
Koe 3	n	47	162	59	22,5
Koe 4	n	34	167	67	24,0
Koe 5	n	48	160	56	21,9
Koe 6	n	49	163	53	19,9
Koe 7	m	57	179	112	35,0
Kontrolli 8	m	46	177	70	22,3
Kontrolli 9	n	46	173	66	22,1
Kontrolli 10	n	57	153	56	23,9
Kontrolli 11	m	44	190	80	22,2
Kontrolli 12	n	36	159	63	24,9
Kontrolli 13	m	54	168	73	25,9
Kontrolli 14	n	43	167	60	21,5

9.2 Tutkimusasetelma

Tutkimus oli satunnaistettu, kontrolloitu tutkimus. Tutkimusryhmä arvottiin koe- ja kontrolliryhmäksi alkumittausten jälkeen. Naisista ja miehistä arvottiin puolet koeryhmään. Alkumittausten jälkeen koeryhmä harjoitteli kymmenen viikkoa kahvakuulilla. Kontrolliryhmää ohjeistettiin harrastamaan liikuntaa samalla tavalla kuin ennen interventiota. Loppumittaukset suoritettiin heti intervention jälkeen.

9.3 Tutkimusmenetelmät

Alla oleva taulukko kuvaa tiedonkeruumenetelmiä. Tutkimusongelmien 1-5 selitykset löytyvät sivulta 16.

Taulukko 4. Tiedonkeruumenetelmät.

x = ensisijainen tiedonkeruumenetelmä
xx = toissijainen tiedonkeruumenetelmä

Tutkimus-ongelmat	Kestovoima: Vartalon koukistajalihasten testi	Kestovoima: Vartalon ojentajalihasten testi	Tasapaino: Staattinen tasapainotesti	Tasapaino: Dynaaminen tasapaino-testi	Kysely-lomake
1	X				XX
2		X			XX
3			X		XX
4				X	XX
5					X

9.4 Interventio

9.4.1 Lihassoimatestit

Testi1 mittaa vartalon koukistajalihasten dynaamista kestävyyttä. Testattava makaa selällään polvet 90 asteen kulmassa. Kädet ovat suorina sivuilla koskettaen merkkiteippiä. Testaaja pitää testattavan nilkoista kiinni. Toinen merkkiteippi asetetaan kahdeksan senttimetrin päähän merkkiteipistä. Käsiiä viedään suorina lattialla merkkiin asti. Koehenkilö suorittaa maksimitoistomäärän ilman lepotaukoja. Testattavalla on yksi yritys. Suoritus lopetetaan, mikäli liike muuttuu nykiväksi tai testattava ottaa vauhtia. Yhden kerran huomautetaan, jos liike muuttuu nykiväksi tai testattava ottaa vauhtia, tämän jälkeen testi keskeytetään. Koehenkilö suorittaa maksimitoistomäärän ilman lepotaukoja. (Leskinen ym. 2007, 174.)



Kuva 1. Kestovoimaa mittaava vartalon koukistajalihasten testi (testi1), alkuasento.



Kuva 2. Kestovoimaa mittaava vartalon koukistajalihasten testi (testi1), loppuasento.

Testi 2 mittaa vartalon ojentajalihasten dynaamista kestävyyttä. Testattava on päinmakuulla hierontapöydällä siten, että ylävartalo on taipuneena 45 asteen kulmaan suoliluun harjun ylemmän etukulman kohdalta. Alavartalo ja alaraajat tuetaan nilkkojen kohdalta hierontapöytään kiinni. Kädet ovat suorina vartalossa kiinni. Testattava ojentaa ylävartaloaan 45 asteen kulmasta vaakatasoon. Loppuasennossa punnus koskettaa lapaluiden väliä. Suorituksen tulee olla tasainen. Testattavalla on yksi yritys. Testi keskeytetään, mikäli testattava ei jaksakaan nousta vaakatasoon tai liike muuttuu nykiväksi. Yhden kerran huomautetaan, jos liike muuttuu nykiväksi tai liike jää vajaaksi, tämän jälkeen testi keskeytetään. Koehenkilö suorittaa maksimitoistomäärän ilman lepotaukoja. (Leskinen ym. 2007, 176.)



Kuva 3. Kestovoimaa mittaava vartalon ojentajalihasten testi (testi2), alkuasento.



Kuva 4. Kestovoimaa mittaavaa vartalon ojentajalihasten testi (testi2), loppuasento.

9.4.2 Tasapainotestit

GOOD BALANCE- tasapainon mittaus- ja harjoitusjärjestelmän pääosat ovat tasasivuisen kolmion muotoinen voimalevy, sitä ympäröivä neliön muotoinen kehikko, voimavahvistin, vahvistimelta tulevat jännitesignaalit numeeriseen muotoon muuttava analogia/digitaalimuunnin ja mikrotietokone mahdollisine tulostuslaitteineen. Voimavahvistin ja analogia/digitaalimuunnin on sijoitettu elektroniikkayksikön sisään. Järjestelmän keskeisen osan muodostava tietokoneohjelmisto toimii Microsoft Windows käyttöjärjestelmässä. (Metitur Oy 2000.)

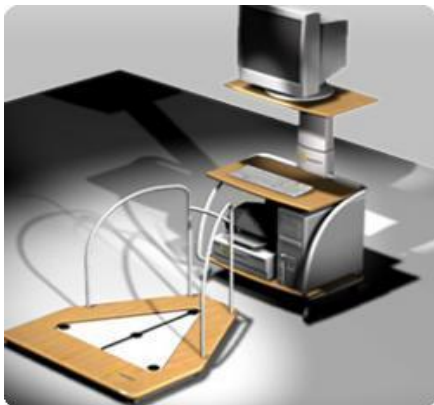
Tasapainon mittaus ja harjoittelu perustuvat seisoma-alustaan kohdistuvien pystysuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin. Näitä pystysuuntaisia voimia mitataan kolmionmuotoisen voimalevyn kuhunkin kärkeen sijoitetun anturin avulla. Nämä anturit ovat vastus/venymäliuska- tyyppisiä antureita,

joiden toiminta perustuu teräksisen rakenteen vähäisiin muodonmuutoksiin rekisteröinnin aikana. Anturit on mitoitettu siten, että ne havaitsevat hyvinkin pieniä voimatason ja sitä kautta asennon muutoksia, mutta kestävät toisaalta myös melko suuria kuormituksia. (Metitur Oy 2000.)

Järjestelmän päätoiminnot ovat tasapainon mittaus, tulosten analysointi ja esittäminen graafisessa ja numeerisessa muodossa, eri testien tai tutkittujen välinen tulosvertailu graafisessa ja numeerisessa muodossa, oikean ja vasemman alaraajan suhteellisen kuormittuneisuuden mittaaminen ja halutun suhteellisen kuormittumisen opettelu sekä tasapainon dynaaminen mittaus ja harjoittelu. (Metitur Oy 2000.)

Mittaustulokset voidaan tulostaa paperille, jolloin paperidokumenttiin jäävät sekä tutkittavan suoriutumista kuvaava graafinen käyrä että suorituksen perusteella lasketut muuttuja-arvot. Tulostuksesta ilmenevät myös tutkittavan tunnistamistiedot, ajankohta, testityyppi, testin kesto ja analysoitu jakso. Testejä voidaan myös vertailla keskenään. (Metitur Oy 2000.)

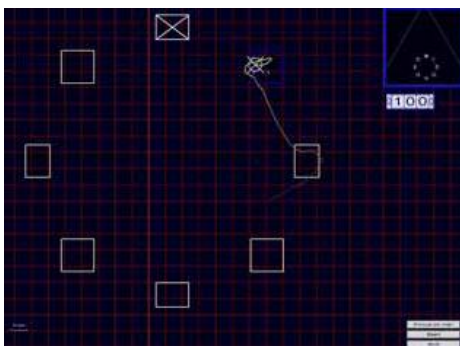
GOOD BALANCE- järjestelmää voidaan hyödyntää monien sairauksien diagnosoinnissa ja hoidossa. Tällaisia sairauksia ovat aivohalvaus, Parkinsonin tauti ja vestibulaarijärjestelmän toimintahäiriöt. Suurimman hyödyntäjäryhmän muodostavat ikääntyneet, joilla tasapaino-ongelmat ja kaatumisen pelko ovat melko tavallisia. Myös urheilijat ja riskialtteissa ammateissa työskentelevät voivat hyödyntää järjestelmää. (Metitur Oy 2000.)



Kuva 5. GOOD BALANCE – tasapainon mittaus – ja harjoitusjärjestelmä.

Testi 3 mittaa staattista tasapainoa. Koehenkilö käy seisomaan seisoma-alustan päälle sukat jalassa. Jalkaterät ovat 10 cm:n päässä toisistaan ja yhtä kaukana keskilinjasta sekä kantapäät samalla tasalla. Testissä koehenkilö pitää käsiä lanteilla ja katse on kohdistettu suoraan eteenpäin. Ennen testiä tarkistetaan, että painoa on yhtä paljon jalkaterän etuosassa sekä takaosassa. Testissä koehenkilön tulee seisoa mahdollisimman vakaasti 30 sekuntia niin, että painopiste liikkuu mahdollisimman vähän. Testattavalla on yksi harjoituskerta, jonka jälkeen alkaa itse testi. Testissä on 3 suoritusta, joista lasketaan keskiarvo. Testitulokseksi saadaan pisteytys asteikolla 0-100. Tulos 100 on testissä paras mahdollinen tulos. (Metitur Oy 2000.)

Testi 4 mittaa dynaamista tasapainoa. Koehenkilö käy seisomaan seisoma-alustan päälle sukat jalassa. Jalkaterät ovat 10 cm:n päässä toisistaan ja yhtä kaukana keskilinjasta sekä kantapäät samalla tasalla. Koehenkilön jalat ovat keskellä seisoma-alustaa, keskipisteympyrän molemmin puolin. Testissä koehenkilö pitää käsiä lanteilla ja katse on kohdistettu suoraan eteenpäin. Ennen testiä tarkistetaan, että painoa on yhtä paljon jalkaterän etuosassa sekä takaosassa. Testissä on tarkoituksena painopistettä liikuttamalla kulkea tietokoneen näytölle merkitty rata. Radalla liikutaan vastapäivään laatikosta toiseen tietokoneen osoittamassa järjestyksessä. Testattavalla on yksi harjoituskerta, jonka jälkeen alkaa itse testi. Testissä on 3 suoritusta, joista lasketaan keskiarvo. Testitulokseksi saadaan pisteytys asteikolla 0-100. Tulos 100 on testissä paras mahdollinen tulos. (Metitur Oy 2000.)



Kuva 6. GOOD BALANCE testirata.

9.5 Aineiston tilastollinen analyysi

Aineisto analysoitiin PASW statistics 18- ohjelmalla. Koe- ja kontrolliryhmän dynaamisen tasapainon sekä koeryhmän vartalon koukistajalihasten kestovoima testin alku- ja loppumittaukset olivat vinosti jakautuneet. Muiden mittausten tulokset olivat normaalisti jakautuneet. Ryhmien välisiä eroja vertailtiin vinosti jakautuneessa aineistossa epäparametrisellä Mann-Whitneyn U-testillä ja normaalisti jakautuneessa aineistossa parametrisellä kahden otoksen t-testillä. Vinosti jakautuneet tulokset analysoitiin Wilcoxonin testillä ja normaalisti jakautuneet Studentin parittaisella t-testillä. Tutkimuksessa oli alku- ja loppumittaus eli mittauskertoja oli kaksi. Mikäli Studentin parittaisessa t-testissä tai Wilcoxonin testissä p- arvo jäi alle 0,05, niin tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä. Testitulokset esitetään tutkimuksessa numeerisesti.

10. TULOKSET

Koe- ja kontrolliryhmän dynaamisen tasapainon sekä koeryhmän vartalon koukistajalihasten kestovoiman testin alku- ja loppumittaukset olivat vinosti jakautuneet. Muiden mittausten tulokset olivat parametrisesti jakautuneet. Koe- ja kontrolliryhmän vertailukelpoisuuden testaaminen suoritettiin alkumittautulosten perusteella. Sekä parametrisesti että epäparametrisesti jakautuneiden muutosten perusteella ryhmät olivat vertailukelpoisia keskenään.

10.1 Vartalon koukistajalihasten kestovoima

Taulukossa on kuvattu koe- ja kontrolliryhmän vartalon koukistajalihasten kestovoimaa arvioivan testin tulosten tilastollisen analyysin oleellisimpia muuttujia johtopäätösten kannalta. Taulukoista voidaan lukea koe- ja kontrolliryhmien alku- ja loppumittautulosten keskiarvot, tulosten keskihajonnat, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset, sekä muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo. Muutoksen tilastollisen merkitsevyyden raja on $p < 0,05$. Otskoko ryhmissä oli koeryhmä $n=7$ ja kontrolliryhmä $n=7$.

Taulukko 5. Vartalon koukistajalihasten kestovoiman alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, keskihajonta, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$

Vartalon koukistajalihasten kestovoima				
	Alkumittaus, ka. (SD)	Loppumittaus, ka. (SD)	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	34,9 (17,7)	34,1 (17,8)	-0,8	0,575
Kontrolli (n=7)	42,9 (14,9)	44,8 (31,4)	1,9	0,861

Taulukosta nähdään, että kymmenen viikon kahvakuulaharjoittelulla ei ole ollut tulosten perusteella tilastollisesti merkitsevää ($p>0,05$) vaikutusta vartalon koukistajalihasten kestovoimaan käytetyllä otoskoolla.

10.2 Vartalon ojentajalihasten kestovoima

Taulukossa on kuvattu koe- ja kontrolliryhmän vartalon ojentajalihasten kestovoimaa arvioivan testin tulosten tilastollisen analyysin oleellisimpia muuttujia johtopäätösten kannalta. Taulukoista voidaan lukea koe- ja kontrolliryhmien alku- ja loppumittaustulosten keskiarvot, tulosten keskihajonnat, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset, sekä muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo. Muutoksen tilastollisen merkitsevyyden raja on $p<0,05$. Otokoko ryhmissä oli koeryhmä n7 ja kontrolliryhmä n7.

Taulukko 6. Vartalon ojentajalihasten kestovoiman alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, keskihajonta, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otoskoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$.

Vartalon ojentajalihasten kestovoima				
	Alkumittaus, ka. (SD)	Loppumittaus, ka. (SD)	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	63,1 (15,7)	72,1 (34,9)	9	0,433
Kontrolli (n=7)	69,6 (29,9)	58,9 (32,5)	-10,7	0,388

Taulukosta selviää, että kymmenen viikon kahvakuulaharjoittelulla ei ole ollut tulosten perusteella tilastollisesti merkitsevää ($p>0,05$) vaikutusta vartalon ojentajalihasten kestovoimaan käytetyllä otoskoolla.

10.3 Staattinen tasapaino

Taulukossa on kuvattu koe- ja kontrolliryhmän staattista tasapainoa arvioivien testien tulosten tilastollisen analyysin oleellisimpia muuttujia johtopäätösten kannalta. Maksimipistemäärä testissä oli 100. Taulukoista voidaan lukea koe- ja kontrolliryhmien alku- ja loppumittaustulosten keskiarvot, tulosten keskihajonnat, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset, sekä muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo. Muutoksen tilastollisen merkitsevyyden raja on $p<0,05$. Otoskoko ryhmissä oli koeryhmä $n=7$ ja kontrolliryhmä $n=7$.

Taulukko 7. Staattisen tasapainon alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, keskihajonta, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$

Staattinen tasapaino				
	Alkumittaus, ka. (SD)	Loppumittaus, ka. (SD)	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	60,1 (20,5)	60,5 (24,5)	0,4	0,913
Kontrolli (n=7)	56,7 (25,97)	50,1 (24,7)	-6,6	0,507

Taulukosta nähdään, että kymmenen viikon kahvakuulaharjoittelulla ei ole ollut tulosten perusteella tilastollisesti merkitsevää ($p>0,05$) vaikutusta staattiseen tasapainoon käytetyllä otoskoolla.

10.4 Dynaaminen tasapaino

Taulukossa on kuvattu koe- ja kontrolliryhmän dynaamista tasapainoa arvioivien testien tulosten tilastollisen analyysin oleellisimpia muuttujia johtopäätösten kannalta. Maksimipistemäärä testissä oli 100. Taulukoista voidaan lukea koe- ja kontrolliryhmien alku- ja loppumittaustulosten keskiarvot, tulosten keskihajonnat, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset, sekä muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo. Muutoksen tilastollisen merkitsevyyden raja on $p<0,05$. Otokoko ryhmässä oli koeryhmä $n=7$ ja kontrolliryhmä $n=7$.

Taulukko 8. Dynaamisen tasapainon alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, keskihajonta, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$

Dynaaminen tasapaino				
	Alkumittaus, ka. (SD)	Loppumittaus, ka. (SD)	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	59,9 (16,1)	75,6 (5,1)	15,7	0,017
Kontrolli (=7)	49 (31)	31 (31,9)	-18	0,263

Taulukosta nähdään, että kymmenen viikon kahvakuulaharjoittelulla on ollut tulosten perusteella tilastollisesti merkitsevää ($p<0,05$) vaikutusta dynaamiseen tasapainoon koeryhmällä käytetyllä otoskoolla.

10.5 Kyselylomake

Taulukoissa on kuvattu kyselylomakkeella mitattuja koe- ja kontrolliryhmän subjektiivisia tuntemuksia. Taulukoissa on kuvattu koe- ja kontrolliryhmän yleiskunnon, tasapainon, vatsa- ja selkälihaksien voiman sekä keskivartalon lihasten hallinnan arvioivien testien tulosten tilastollisen analyysin oleellisimpia muuttujia johtopäätösten kannalta. Taulukoista voidaan lukea koe- ja kontrolliryhmien alku- ja loppumittaustulosten keskiarvot, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset, sekä muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo. Muutoksen tilastollisen merkitsevyyden raja on $p<0,05$. Otokoko ryhmissä oli koeryhmä $n=7$ ja kontrolliryhmä $n=7$.

Taulukoista nähdään, että kymmenen viikon kahvakuulaharjoittelu vaikutti tilastollisesti merkitsevästi koeryhmän koettuun yleiskuntoon ja vatsalihasten voimaan sekä kontrolliryhmän selkälihasten voimaan käytetyllä otoskoolla

($p < 0,05$). Muissa muuttujissa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta ($p > 0,05$).

Taulukko 9. Yleiskunnan alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$.

Yleiskunto				
	Alkumittaus, ka.	Loppumittaus, ka.	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	6,7	7,9	1,2	0,039
Kontrolli (n=7)	7	7,4	0,4	0,414

Taulukko 10. Tasapainon alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$.

Tasapaino				
	Alkumittaus, ka.	Loppumittaus, ka.	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	6,7	7,1	0,4	0,395
Kontrolli (n=7)	6	6,3	0,3	0,457

Taulukko 11. Vatsalihaksien alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$.

Vatsalihaksien voima				
	Alkumittaus, ka.	Loppumittaus, ka.	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	5,4	6,7	1,3	0,049
Kontrolli (n=7)	5,4	6,2	0,8	0,079

Taulukko 12. Selkälihaksien alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$.

Selkälihaksien voima				
	Alkumittaus, ka.	Loppumittaus, ka.	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	6,4	7,2	0,8	0,216
Kontrolli (n=7)	5,2	6,6	1,4	0,024

Taulukko 13. Keskivartalon lihasten hallinnan alku- ja loppumittaustulosten keskiarvo, muutos ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys. Otokoot olivat $n_{\text{koe}}=7$ ja $n_{\text{kontrolli}}=7$.

Keskivartalon lihasten hallinta				
	Alkumittaus, ka.	Loppumittaus, ka.	Muutos,	P-arvo
Koe (n=7)	6,1	7,6	1,5	0,086
Kontrolli (n=7)	6,1	6,4	0,3	0,480

11. POHDINTA

Opinnäytetyöprosessimme on ollut värikäs ja muutoksien sävyttämä. Alkuperäinen suunnitelma oli saada tutkimukseen koeryhmäksi selkävaivaisia. Opinnäytetyön pohjustaminen alkoi tästä näkökulmasta. Tämän vuoksi alkuperäinen kirjallisuuskatsaus liittyi keskivartalon lihaksiin ja selkävaivaisiin. Myös testit olivat aluksi pelkästään keskivartalon pinnallisille ja syville lihaksille. Kesän ja syksyn 2009 aikana kävi ilmi, että selkävaivaisia oli vaikea saada koeryhmäksi. Tämä muutti olennaisesti opinnäytetyön suurten linjausten tekemistä.

Syksyn 2009 aikana koeryhmä muuttui ja siksi oli myös aihetta muuttaa testejä. Tämän johdosta kirjallisuuskatsaukseen tuli huomattavia muutoksia ja se aiheutti ylimääräistä työtä. Ainoa pysyvä asia koko opinnäytetyöprosessin ajan on ollut kahvakuula harjoitusvälineenä. Lisäksi kahvakuula oli myös haasteellinen aihe opinnäytetyöhön, koska siihen liittyvää tutkimustietoa oli vähän tarjolla.

Kirjallisuuskatsauksessa kahvakuulaharjoittelua jouduttiin soveltamaan vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten voimaharjoitteluun. Interventiossa käytettiin vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten harjoittelussa hyväksi koettuja harjoitusmuotoja. Esimerkiksi sarjojen lukumäärät, toistot, harjoittelun frekvenssi huomioitiin suunniteltaessa harjoitusohjelmaa interventiojaksolle.

Tasapainolla ja lihasvoimalla on todettua aikaisemmissa tutkimuksissa olevan yhteyttä. Mm. Young, 1986; Friatarone, Marks, Ryan, Meredith, Lipsitz, Evans, 1990; Rantanen, Era, Heikkinen, 1994 ovat havainneet huonolla alaraajojen lihasvoimalla olevan yhteyttä tasapaino- ongelmiin. Harjoitusohjelmaan otettiin tämän vuoksi liikkeitä, joissa suuret alaraajojen lihakset kuormittuvat. Esimerkiksi askelkyky kuormittaa voimakkaasti alaraajojen suuria lihaksia. Kahvakuulaharjoitteluun kuuluu myös paljon kyykkyliikkeitä, jotka kuormittavat erityisesti polven ojentajalihaksia.

Tasapainoharjoitteissa huomioitiin lisäksi se, että pystyasennon säätelystä huolehtivat sisäkorvan tasapainoelin, näköaisti ja jalkapohjien proprioseptiikka

(Lampinen & Peltola 2000, 6). Jalkojen proprioseptiikkaa pyrittiin aktivoimaan liikkeillä, joissa vain toinen jalka on maassa. Harjoitusohjelmassamme oli liikkeitä, joissa näköaistin merkitys tasapainon säätelyssä vähenee, esimerkiksi askelkyky taaksepäin. Lisäksi harjoitteluohjelma sisälsi liikkeitä, joissa koehenkilöt pyörivät akselinsa ympäri aktivoiden näin sisäkorvan tasapainoelintä.

11.1 Aineisto

Keskivartalon lihakset jaetaan sekä syviin, että pinnallisiin lihaksiin. Syvien keskivartalon lihasten aktivoitumista testataan lähes ainoastaan Stabilizer-mittarilla. Muita testejä keskivartalon syville lihaksille ovat kyynärnoja sekä kylkinoja, jotka mittaavat keskivartalon kykyä ylläpitää lantion asento (Brukner & Khan 2006). Ongelmana syvien vatsalihasten harjoittamisessa on se, että lihakset aktivoituvat osittain tahdosta riippumatta. Tosin harjoittelemalla niiden aktivoitumista on mahdollista tehostaa. Siksi päädyimme testaamaan vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaa, eli vaikuttaako kahvakuulaharjoittelu keskivartalon pinnallisiin lihaksiin.

Vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten testit ovat kuntotestauksen käsikirjasta. Kahvakuulaharjoitteluun kuuluu paljon liikkeitä, joissa tarkoituksena on vartaloa ojentamalla liikuttaa kahvakuulaa, joten sitä voi pitää hyvänä harjoitusmuotona vartalon ojentajalihaksille. Vartalon koukistajalihaksia on hankalampi harjoittaa kahvakuulalla. Harjoitusohjelmassa ainoastaan turkkilaisessa ylösnousuliikkeessä esiintyy puhtaasti vartalon koukistusliike. Sen sijaan vartalon kierto liikkeitä kuuluu paljon kahvakuulaharjoitteluun ja vartalon koukistajalihakset osallistuvat myös vartalon kierto liikkeisiin.

Tasapainoa testattiin Good Balance- laitteella. Staattisessa tasapainotestissä mitattiin kuinka hyvin koehenkilö pystyi pitämään painopistettä paikallaan. Dynaamisessa tasapainotestissä taas painopistettä tuli osata liikuttaa hallitusti. Staattisen tasapainotestin suorittamisessa ei koehenkilöillä ollut ongelmia, se oli helppo ja nopea suorittaa. Dynaamisen tasapainotestin tekeminen oli haastavampi. Osa henkilöistä sai tulosasteikolla 0-100 nollatuloksia.

Painopisteen liikuttaminen tuotti osalla testihenkilöistä vaikeuksia. Testissä tuli vartalon painopistettä liikuttamalla kiertää ympyrän muotoinen rata. Testi alkoi sillä, että painopistettä tuli viedä aluksi taaksepäin, jotta pääsi aloittamaan radan kiertämisen. Tämä oli ratkaiseva tekijä sille, että pystyi suorittamaan testin eli tuliko tulokseksi muu kuin pelkkä 0. Testissä ilmaantuneet nollatulokset vaikuttivat tulosten analysointiin.

Good Balance-laitteella olisi ollut muitakin dynaamisen tasapainon testejä. Teimme sen virheen, että otimme testin vaikeammasta päästä. Toinen huomioitava tekijä tasapainotesteissä oli se, että staattisen tasapainotestin olisi voinut tehdä yhdellä jalalla seisten. Näin testi olisi toiminnallisempi ja testaisi paremmin esimerkiksi tasapainoa kävellessä, jossa suurimman osan ajasta vain toinen jalka on maassa.

Vartalon ojentajalihasten testi ei ollut myöskään paras mahdollinen valinta. Koehenkilöiksi valikoitui urheilullisempia ihmisiä, mitä kuvittelimme etukäteen ja parhaat heistä jaksivat tehdä testissä jopa yli sata toistoa. Testivalintana olisi ollut parempi selkälihasten isometrinen testi, jolloin testi olisi ollut riittävän rasittava. Lisäksi myös testisuorituksen puhtautta sekä alkuasennon vakiointia olisi ollut helpompi kontrolloida.

Testien luotettavuutta pyrimme parantamaan sillä, että työnjako testaaajien kesken oli samanlainen molemmissa testeissä. Testiohjeet olivat testattavien sekä alku- ja loppumittausten välillä samanlaiset. Vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten testien välillä pyrimme pitämään tauon riittävän suurena, jotta testattavat kerkeäisivät palautumaan edellisestä testistä. Testit järjestettiin myös samaan vuorokauden aikaan, jotta vireystila testattavilla olisi mahdollisimman samanlainen.

11.2 Menetelmät

Koeryhmän interventio toteutettiin Saimaan ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveystieteiden tiloissa. Interventiot ennen ja jälkeen oli kaksi testipäivää. Toisena päivänä testattiin vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaa ja toisena päivänä olivat tasapainotestit. Interventio kesti kymmenen viikkoa ja

harjoituskertoja oli toisesta viikosta eteenpäin kaksi viikossa. Viiden viikon jälkeen tarkastettiin harjoitusohjelmaa, koska kehittymisen kannalta kymmenen viikkoa on pitkä aika mennä samalla harjoitusohjelmalla. Lisäksi harjoitusohjelman muuttaminen tuo vaihtelua harjoitteluun. Puolessa välissä harjoitusohjelmaa muutettiin niin, että liikkeiden haastavuuden tasoa nostettiin, mutta harjoitusohjelman perusrunko kesti kuitenkin samanlaisena. Harjoitteluohjelmaan kuului kolme osiota: tasapaino, lihaskunto ja venyttelyt.

Fyysisten osa-alueitten kehittämiseksi kaksi harjoituskertaa viikossa on vähän. Toisaalta oletimme, että työssäkäyviä ihmisiä ei voi vaatia uhraamaan kolme iltaa viikossa harjoittelulle. Lisäksi viikonloppuna ei pystytty harjoittelemaan, koska koulun tilat ovat kiinni. Ja toisaalta viikonloppuna ihmisillä on muita kiireitä. Tämän johdosta arki-iltoihin on vaikea sijoittaa kolmea harjoituskertaa niin, että voidaan olettaa koehenkilöiden palautuvan edellisestä harjoituksesta.

Intervention ensimmäiset kerrat menivät liikkeiden tekniikan opetuksessa. Toisesta viikosta eteenpäin kahvakuulaliikkeet olivat tutumpia ja tekniikoiden ohjaamiseen ei tarvinnut käyttää niin paljon aikaa. Koehenkilöt tekivät liikkeitä ohjatusti samaan tahtiin, jotta pystyimme kontrolloimaan, että toistomäärät kestivät halutunlaisina. Lisäksi palautuksia kontrolloitiin, jotta ne kestivät noin minuutin mittaisina. Vartalon ojentajalihasten toistotestissä ongelmaksi muodostui lihasväsymys väärässä paikassa. Useat testattavat kertoivat, että testi rasitti enemmän takareiden alueen lihaksi kuin vartalon ojentajia. Testattavat olivat testiohjeiden mukaisesti fiksoitu lantiosta selkäpenkkiin. Kuitenkin testiasento oli sellainen, jossa takareiden lihakset joutuivat tekemään staattista työtä. Siksi niille tuli kuormaa väkisin, mikäli testattava jaksoi tehdä useita kymmeniä toistoja.

Vartalon koukistajalihasten testissä on myös mahdollista, että lonkan koukistajat kuormittuvat enemmän kuin vartalon koukistajalihakset. Koehenkilöt eivät kuitenkaan kertoneet, että testi olisi rasittanut juurikaan muita lihaksia kuin vartalon koukistajia. Oletamme, että testissä onnistuttiin kontrolloimaan suoritusten puhtautta, sillä istumaan nousussa lonkan koukistajat aktivoituvat vartalon kulman ollessa yli 45 astetta.

11.3 Tulokset

10 viikon kahvakuulaharjoittelullamme ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimassa eikä staattisessa tasapainossa koeryhmällä eikä kontrolliryhmällä. Dynaaminen tasapaino parani tilastollisesti merkitsevästi koeryhmällä. Tulosten todistusarvo ja yleistettävyyys ovat kuitenkin alhaisella tasolla johtuen tutkimusasetelmassa esiintyvistä puutteista. Esimerkiksi pieni otoskoko saattoi osittain vaikuttaa siihen, että vartalon ojentaja- ja koukistajalihasten sekä staattisen tasapainon tulokset eivät parantuneet tilastollisesti merkitsevästi. Toisaalta taas dynaamisen tasapainon testissä tuli suuria eroavaisuuksia saman henkilön eri mittauskertojen välillä.

Myös testaajan osuus oli merkittävä dynaamisen tasapainon testissä. Ennen testiä tuli tarkistaa se, että koehenkilöiden painopiste oli tasaisesti jakautunut. Mittalaitteisto huomioi tämän keskiasennoksi, josta testi aloitettiin. Mikäli painopiste oli ennen testiä liian takana, niin oli hyvin vaikea tästä mittalaitteiston tulkitsemasta keskiasennosta lähteä viemään painoa taaksepäin. Testattavien tuli myös testin aikana pitää käsiä lanteilla. Jälkikäteen ymmärsimme, että painopistettä liikuteltaessa ääriasentoihin osalla koehenkilöistä irtosi kädet lanteilta. Tämä helpotti olennaisesti testin suorittamista.

Vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten testituloksiin vaikutti osaltaan se, että osa testattavista lopetti testit kesken saatuaan täyteen tietyn tasakymmenluvun. Tämä johtui osittain siitä, että erityisesti vartalon ojentajalihasten testi oli liian kevyt suorittaa. Esimerkiksi muutama henkilö lopetti saatuaan täyteen sata toistoa, ja he olisivat luultavasti jaksaneet tehdä enemmänkin toistoja. Toisaalta osa testattavista saattoi lopettaa alkumittauksissa testin kesken, jotta loppumittauksissa on mahdollista parantaa enemmän mittaustulosta. Testihenkilöitä kuitenkin ohjeistettiin suorittamaan vartalon koukistaja - ja ojentajalihasten testit maksimitoistomäärään asti.

Kyselylomake käsiteltiin tilastollisesti. Subjektiiivisia tuntemuksia haluttiin verrata erityisesti koeryhmän osalta muihin testeihin, koska haluttiin tietää kuinka he

kokivat kahvakuulaharjoittelun vaikutukset yleiskuntoon, tasapainoon, vatsa- ja selkälihaksien voimaan sekä keskivartalon lihasten hallintaan. Tilastollisesti merkitsevää muutosta tuloksissa tapahtui koeryhmällä yleiskunnossa ja vatsalihaksien voimassa sekä kontrolliryhmällä selkälihaksien voimassa. Kyselylomakkeen täyttämässä ongelmana oli se, että osa tutkittavista täytti lomakkeen harkitsemattomasti, joka saattoi vaikuttaa tutkimustuloksiin. Koeryhmä koki yleiskunnon ja vatsalihasten voiman kehittyneen. Oletamme, että harjoittelu vahvistaa monipuolisesti keskivartalon lihaksia ja siitä johtuen koeryhmän henkilöt kokivat harjoittelun kehittäneen vatsalihaksien voimaa. Kahvakuulaharjoittelun mainostetaan kehittävänsä fyysisen suorituskyvyn eri osaluokkia. Tällä on voinut olla yhteyttä siihen, että koeryhmän henkilöt kokivat yleiskuntonsa kohentuneen.

Tutkimuksemme tulokset poikkeavat Bronfort ym. 1996 tutkimuksen tuloksista. Bronfort ym. 1996 tutkimuksessa koeryhmän vartalon koukistaja- ja ojentalihasten kestävyys parani tilastollisesti merkitsevästi. Harjoitusjakso kesti 11 viikkoa ja harjoituskertoja tuli 20, kun taas koeryhmällämme harjoittelujakso kesti 10 viikkoa ja harjoituskertoja tuli 19. Lisäksi harjoituskerran kesto, toistot ja palautus olivat hyvin lähellä toisiaan. Kahvakuulaharjoittelun koeryhmä teki 20–30 toistoa alle 1 minuutin palautuksella. Harjoituskerran kesto oli 45 minuuttia. Vastaavat luvut Bronfortin tutkimuksissa olivat 20 toistoa, 1 minuutin palautus sekä harjoituskerran kesto 1 tunti. Todennäköisesti ratkaiseva tekijä, miksi Bronfortin tutkimuksessa tuli tuloksia oli harjoitusliikkeiden ja testiliikkeiden samankaltaisuus. Harjoitusvasteen on todettu olevan hyvin spesifi esimerkiksi liikeradan osalta. Kahvakuulaharjoittelussa pyrittiin kuormittamaan vartalon koukistaja- ja ojentalihaksia, mutta esimerkiksi vartalon koukistajalihasten testin kaltaisia toistosuorituksia ei interventiomme aikana tullut paljon.

Timosen ym. 2002 tekemässä tutkimuksessa 20 kertaa 10 viikossa tapahtuvalla harjoittelulla oli tilastollisesti merkitsevää paranemista keski-ikästään 83-vuotiaiden naisten tasapainossa. Toistoja intervention aikana tehtiin 8-30. Timosen tutkimuksen harjoitusmäärät olivat myös lähellä interventiomme harjoitusmääriä. Koeryhmän ikä sen sijaan poikkesi paljon tutkimuksemme vastaavasta. Tällä on saattanut olla suuri vaikutus tutkimuksen tuloksiin. Yli 80-

vuotiaiden tasapainoharjoittelulla on mahdollista saada nopeasti tuloksia aikaan, mikäli naisten fyysisen aktiivisuus on ollut ennen tutkimusta heikkoa. Vastaavasti kahvakuulaharjoittelun koeryhmän ikäjakauma oli 31–57- vuotta. Tässä iässä staattinen eikä dynaaminen tasapaino ole juurikaan heikentynyt eikä siksi ole oletettavaa, että on mahdollista saada tasapainossa nopeasti tuloksia aikaan. Tämän vuoksi on mahdollista, että staattisen tasapainon tulokset eivät ole parantuneet tilastollisesti merkitsevästi.

11.4 Jatkotutkimusaiheet

Kahvakuulaharjoittelun tehokkuudesta olisi hyvä saada lisätietoa, sillä monet kuntoilijat ja urheilijat käyttävät kasvavassa määrin kahvakuulaa harjoitusvälineenä. Jatkotutkimuksissa olisi mielenkiintoista tietää kahvakuulaharjoittelun ja kuntosaliharjoittelun eroavaisuuksia fyysisen suorituskyvyn eri osa-alueiden kehittymisessä. Resurssimme eivät riittäneet luomaan vertailtavaksi kahvakuularyhmää, kuntosaliryhmää ja verrokkiryhmää. Edellä mainittu tutkimusasetelma antaisi enemmän tutkimustietoa kahvakuulaharjoittelusta, jota markkinoidaan tietyissä lähteissä tehokkaampana harjoittelumuotona kuin kuntosaliharjoittelu. Lisäksi otoskoon olisi hyvä olla suurempi kuin tutkimuksessamme ollut 14 henkilöä, jolloin näytön aste kohoaisi.

Koeryhmä koostui perusterveistä ihmisistä. Kuntoutuksen näkökulmasta olisi mielenkiintoista tietää, miten kahvakuulaliikkeet soveltuisivat selkävaivaisille ihmisille. Selkävaivat johtuvat usein heikoista vartalon koukistaja- ja ojentajalihaksista sekä puutteellisesta kyvystä aktivoida keskivartalon syviä lihaksia. Heikot vartalon ojentajalihakset suhteessa vartalon koukistajalihaksiin voivat aiheuttaa selkäkipuja. Vartalon ojentajalihasten tulisi olla 30 % vahvemmat suhteessa vartalon koukistajalihaksiin. Monet kahvakuulaliikkeet sisältävät vartalon ojennuksen, johon kuuluu lisänä yläraajojen liike. Siksi olisi mielenkiintoista tietää, voiko kahvakuulaharjoittelulla vaikuttaa vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten suhteelliseen voimaan sekä kroonisten selkävaivaisten ihmisten lihasepätasapainoon keskivartalon lihaksissa ja sitä kautta vähentää selkäkipuja.

LÄHTEET

Bronfort, G., Goldsmith, C.H., Nelson, G.F., Boline, P.D. & Andersson, A.V. 1996. Trunk exercise combined with spinal manipulative or NSAID therapy for chronic low back pain: A randomized, observer-blinded clinical trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 9.

Brukner, P. & Khan, K. 2006. *Clinical Sports Medicine*. 3rd ed. Sydney: McGraw-Hill, 158-172.

Carpenter D.M., Graves J. E., Pollock L.M., Leggett S. H., Foster D., Holmes B. & Fulton M. N. 1991. Effect of 12 and 20 weeks of resistance training on lumbar extension torque production. *Physical Therapy* 8.

Chien, M.Y., Yang, R.S. & Tsauo, J.Y. 2005. Home based trunk strenghtening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture- a pilot study. *Clinical rehabilitation* 19, 28-36.

Chok, B., Lee, R., Latimer, J. & Beng Tan, S. 1999. Endurance training of the trunk extensor muscles in people with subacute low back pain. *Physical therapy* 11.

Gold, D.T., Shrip, K.M., Pieper, C.F., Duncan, P.W., Martinez, S. & Lyles, K.W. 2004. Group treatment improves trunk strenght and psychological status in older women with vertebral fractures: Results of a randomized, clinical trial. *J Am Geriatric Soc.* 52, 1471-1478.

Hiilloskorpi, H. Suosituksesta. Saatavilla [www-muodossa:](http://www.muodossa.fi)
http://www.ukkinstituutti.fi/fi/liikkeesta_liikehallintaa/565/ (luettu 19.8.2009)

Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2004. *Voima. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus*. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy, 251-293.

Koumantakis, G.A., Watson, J.W. & Oldham, J.A. 2005. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: Randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Physical Therapy* 3.

Lampinen, L. & Peltola, K. 2000. *Tasapaino tutuksi – ikääntyneiden tasapainoharjoittelua ryhmässä ja kotona*. Imatra/Lappeenranta: Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Leskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007. *Kuntotestauksen käsikirja*. Tampere. Tammer-Paino oy.

Madureira, M., Takayama, A., Gallinaro, L., Caparbo, V., Costa, A. & Pereirath, M. 2006. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int* (2007) 18:419–425.

- Magee, J.D. 2008. Orthopedic physical assessment. St.Louis. Elsevier
- Malmivaara, A. & Vanharanta, H. 1997. Aikuisen selkäsairaudet. Teoksessa Alaranta, H., Pohjolainen, T., Rissanen, P & Vanharanta, H. Fysiatría. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy, 153-176.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy, 251-293.
- Metitur Oy. 2000. Good Balance-laitteiston käyttöopas.
- Mylläri, J. 1999. Ihmiskehon anatomia. Helsinki. WSOY.
- Mälkiä, E. & Asola-Myllynen, L. 1997. Liike- ja liikuntahoidot fysioterapiassa. Teoksessa Alaranta, H., Pohjolainen, T., Rissanen, P & Vanharanta, H. Fysiatría. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy, 337-354.
- Nappari, M. 2005. Voimaa, nopeutta ja kestävyyttä. Tampere. MBN Training House Oy.
- Rissanen, A. & Savolainen, J. 1997. Lihas ja sen atrofia. Teoksessa Alaranta, H., Pohjolainen, T., Rissanen, P & Vanharanta, H. Fysiatría. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy, 35-44.
- Timonen, L., Rantanen, T., Ryytänen, O-P., Taimela, S., Timonen, T.E. & Sulkava, R. 2002. A randomized controlled trial of rehabilitation after hospitalization in frail older women: Effects on strength, balance and mobility. Scand J Med Sci Sports 12, 186-192.
- Wolfson, L., Whipple, R., Derby, C., Judge, J., King, M., Amerman, P., Schmidt, J. & Smyers, D. 1996. Balance and strength training in older adults: Intervention gains and Tai Chi maintenance. JAGS 44, 498-506.

LIITTEET

Liite 1. Kyselylomake

KYSELYLOMAKE

Testattavan nimi: _____ Ikä: _____

Kysymykset vaikuttavat tutkimuksen laadullisen osan analysointiin. Vastaa rehellisesti, ympyröiden itsellesi sopivin vaihtoehto tällä hetkellä. Lomake täytetään ennen ja jälkeen intervention.

1. Millaiseksi koet yleiskuntosi?

huono 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 hyvä

2. Millaiseksi koet tasapainosi?

huono 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 hyvä

3. Millaiseksi koet vatsalihaksiesi voiman?

heikot 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 vahvat

4. Millaiseksi koet selkälihaksiesi voiman?

heikot 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 vahvat

5. Kuinka hyvin koet hallitsevasi keskivartalon lihaksiasi liikkuessasi?

en ollenkaan 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 täydellisesti

Liite 2.
Suostumussopimus
SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Sosiaali- ja terveystieteiden yksikkö
Fysioterapian koulutusohjelma

SUOSTUMUSSOPIMUS

pvm

Tutkimukseen osallistuja,

Nyt teillä on mahdollisuus saada tietoa omasta kunnostanne ja kohottaa sitä ilmaiseksi.

Opinnäytetyömme tavoitteena on selvittää kahvakuulaharjoittelun vaikutusta vartalon koukistaja- ja ojentajalihasten kestovoimaan sekä tasapainoon. Saimaan ammattikorkeakoulun tiloissa mittaamme näitä asioita ennen ja jälkeen harjoittelujakson.

Ajankohta harjoitusjaksolle on viikot 4-15 keväällä 2010. Harjoittelujakso kestää 10 viikkoa. Kahvakuulaharjoittelua suoritetaan ohjatusti 1-2 kertaa viikossa. Yhden harjoituskerran kesto on n. 45 min. Harjoituskerta sisältää tasapaino-, lihaskunto- sekä liikkuvuusosion.

Tutkimuksessa on koe- ja kontrolliryhmä, joihin osallistujat arvotaan satunnaisesti. Koeryhmä osallistuu kahvakuulaharjoitteluun sekä alku- ja loppumittauksiin. Kontrolliryhmä osallistuu pelkästään alku- ja loppumittauksiin. Mitattavia ominaisuuksia ovat vartalon ojentaja- ja koukistajalihasten kestovoima sekä staattinen ja dynaaminen tasapaino.

Allekirjoittamalla tämän sopimuksen sitoudut osallistumaan tutkimuksemme alku- ja loppumittauksiin sekä harjoitteluun. Tutkimuksessa noudatetaan vaitiolovelvollisuutta.

Lisätietoja:

Perttu Suomalainen: 0407254783, perttu.suomalainen@student.saimia.fi
Ville Virta: 0503745082, ville.virta@student.saimia.fi

Paikka ja aika

Tutkimukseen osallistujan allekirjoitus

Liite 3.

Tuntisuunnitelma

Tasapaino-osio:

Sarjat: 1

Toistot: 20–30

Tavoite: Staattisen ja dynaamisen tasapainon kehittäminen

1. Kuulan pyöritys lantion ympäri (painopiste kantapäällä, päkiöillä, yhdellä jalalla).
2. Kuulan pyöritys pään ympäri (painopiste kantapäällä, päkiöillä, yhdellä jalalla).
3. Kuulan nostaminen suorille käsille (loppuasento päkiöille).
4. Askelkyykky eteen yhdistettynä vartalon kiertoon (askelkyykky taakse)

Harjoitteet suoritetaan liikekehittelyinä niin, että helposta liikkeestä edetään haastavampaan liikkeeseen. Suluissa erityisesti tasapainojärjestelmää haastavat liikkeet

Lihaskunto-osio:

Sarjat: 2-3

Toistot: 20–30

Tavoite: Vartalon koukistaja- ja ojentajali hasten ke stovoiman kehittäminen

1. Etuheilautus
2. Sivuheilautus
3. Tempaus heilauttamalla
4. Hiihto
5. Turkkilainen ylösnousu

Venyttelyosio:

Venytyksen ke sto: 10–20 sekuntia.

1. Kaksipäinen reisili has
2. Nelipäinen reisili has
3. Suora vatsali has
4. Iso pakarali has
5. Etummainen Säärili has
6. Lanne-suoliluuli has
7. Kaksoiskantali has
8. Iso rintali has
9. Hartiali has
10. Kolmipäinen olkali has
11. Niskali has

Liite 4.

Harjoitusliikkeet

Tasapaino-osio:

Liike 1: Kuulan pyöritys lantion ympäri



Kuva 7.



Kuva 8.

Liike 2: Kuulan pyöritys pään ympäri



Kuva 9.



Kuva 10.

Liike 3: Kuulan nostaminen suorille käsille



Kuva 11.



Kuva 12.

Liike 4: Askelkyykky eteen yhdistettynä vartalon kiertoon



Kuva 13.



Kuva 14.

Lihaskunto- osio:

Liike 1: Etuheilautus



Kuva 15.



Kuva 16.

Liike 2: Sivuheilautus

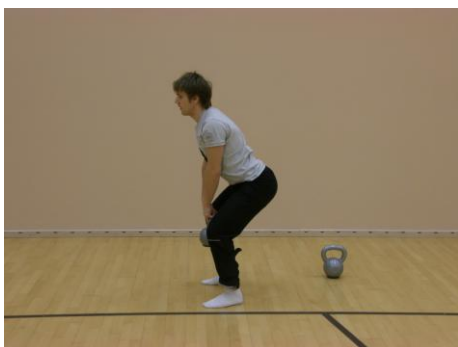


Kuva 17.



Kuva 18.

Liike 3: Tempaus heilautuksella



Kuva 19.



Kuva 20.

Liike 4: Hiihto



Kuva 21.



Kuva 22.

Liike 5: Turkkilainen ylösnousu



Kuva 23.



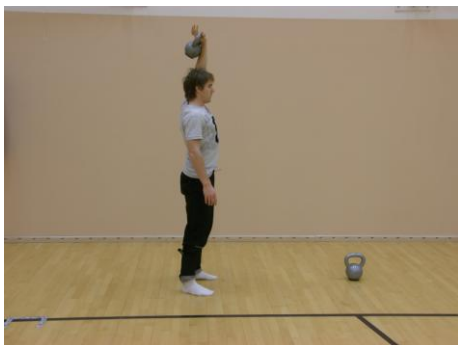
Kuva 24.



Kuva 25.



Kuva 26.



Kuva 27.



Kuva 28.