



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SENSOMOTORISEN METODIN VAIKUTUS MAKSIMAALISEEN VOIMANTUOTTOON

Lotta Onikki

Timo Vartiainen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2017
Fysioterapeuttikoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Fysioterapeuttikoulutus, AMK

ONIKKI LOTTA & VARTIAINEN TIMO:
Sensomotorisen metodin vaikutus maksimaaliseen voimantuottoon

Opinnäytetyö 52 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Syyskuu 2017

Opinnäytetyön tavoite oli tuottaa yhteistyökumppanillemme, liikunta-alan ammattilaisille sekä fysioterapeuteille tutkittua tietoa sensomotoriikan keinojen vaikutuksesta alaraajojen voimantuottoon. Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää, vaikuttaako sensomotoriikan määrittämän motorisen kuvan mukainen liikkeen suorittaminen suoraan takakyykyyn voimantuottoon. Takakyyky on yksi yleisimpiä ja monipuolisimpia voimaliikkeitä urheilijoiden ja kuntoilijoiden keskuudessa ja se on hyödyllinen harjoite moniin lajeihin. Kyykyyn suoritustekniikassa keskitytään tavallisesti biomekaanisiin tekijöihin eikä hermoston vaikutusta olla tavallisesti huomioitu. Opinnäytetyö oli osa suurempaa sensomotorisen valmennuksen tutkimusprojektia. Sensomotoriikka kertoo yksilön aivojen, aistien ja hermo-lihasjärjestelmän luontaisesta toimintatavasta, jota ymmärtämällä voidaan oppia valmentamaan ja myös harjoittelemaan yksilön vahvuuksien mukaisesti. Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään sensomotoriikan metodin motorista puolta. Opinnäytetyösämme tutkimme sensomotorisen metodin mukaisten kahden koordinaatiotyypin sekä niihin sisältyvien neljän eri motorisen kuvan vaikutusta takakyykyyn maksimaaliseen voimantuottoon. Lisäksi tutkittiin, olivatko voimantuotollisesti parhaat suoritukset tehty testihenkilöiden toimiessa omien koordinaatiotyyppiensä sekä motoristen kuviensa mukaisesti.

Opinnäytetyö toteutettiin kokeellisena tutkimuksena. Tutkimukseen osallistui 23 henkilöä, joista kahden henkilön tulokset jouduttiin hylkäämään. Tuloksista ilmeni, että sensomotorisen metodin neljän erilaisen motorisen kuvan mukaan suoritetuissa takakyykyjen voimantuotossa voidaan havaita eroja. Näin ollen jalkaterien asennolla, leuan asennolla ja katseen kohdistuksella pystytään vaikuttamaan maksimaaliseen voimantuottoon. Lisäksi selvisi, että tulosten perusteella 86 % testatuista tuotti suurimman voiman toimiessaan oman koordinaatiotyyppinsä mukaisesti. Kaikista testihenkilöistä 67 % tuotti eniten voimaa toimiessaan oman luontaisen motorisen kuvansa mukaisesti.

Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan olettaa, että yksilöiltä on löydettävissä oma motorinen kuvansa, joka tuottaa suurimman voiman räjähtävässä suorituksessa. Havainto tarjoaa runsaasti jatkotoimenpide-ehdotuksia. Kehittämisehdotuksina esitetään oman motorisen kuvan mukaisen harjoittelun seuranta voimantuoton kehittymisen ja loukkaantumisten ehkäisyn näkökulmasta. Uutena tutkimusehdotuksena esitetään sensomotoriikan metodin laajemman vaikutuksen tutkimista suorituskykyyn. Sensomotorisen valmennuksen vaikutuksia on syytä tutkia myös kuntoutuksen ja fysioterapian näkökulmasta tulevaisuudessa.

Asiasanat: takakyyky, alaraajat, suorituskyky, hermosto

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Physiotherapy

ONIKKI LOTTA & VARTIAINEN TIMO
The Effects of Sensorymotoric Method in Force Production

Bachelor's thesis 52 pages, appendices 2 pages
September 2017

This study examined the immediate effects of different motor patterns of sensorymotoric method on produced force in back squat. This study was part of a larger project. The aim of the study was to produce studied information about the effects of the usage of the natural motor patterns. The used approach was an experimental study and the test group consisted of 25 test subjects, out of which two never were tested for sensorymotoric motor pattern and two results were discarded because the performances in the test situation did not follow the given instructions. The test subjects performed three back squats in four different ways according to the motor patterns defined by the sensorymotoric method. After the back squats had been performed, all test subjects were tested for their coordination type and sensorymotoric motor pattern.

The study showed that there are differences in produced force between the four different ways of doing back squat depending on what the test subject's coordination type and motor pattern was. The results showed that 86% of the test subjects produced the most force in their own coordination type. They also showed that 67% of test subjects produced the most force in the back squat that was performed in their own motor pattern.

This study showed that there are immediate effects on produced force in back squat when test subjects were performing in their own coordination type. The results suggest that there is advantage in using the sensorymotoric method's motor patterns.

Key words: back squat, force production, lower limbs, performance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SENSOMOTORIIKKA FYSIOTERAPIASSA	8
2.1	Sensomotoriikan määritelmä	8
2.1.1	Hermoston rakenne ja toiminta	9
2.1.2	Vestibulaarijärjestelmä	11
2.1.3	Proprioseptiikka.....	12
2.1.4	Näköaisti sekä muut aistit	12
2.2	Motoriikka	13
2.2.1	Liikeradat ja -järjestelmät	13
2.2.2	Liikkeen tuottaminen ja suunnittelu	14
2.2.3	Motorinen oppiminen.....	14
3	TOIMINNALLISEN NEUROTIETEEN SENSOMOTORINEN METODI..	16
3.1	Metodin historia ja alkuperä	16
3.2	Sensomotorisen metodin osa-alueet.....	17
3.2.1	Sensoriset refleksit	18
3.2.2	Sensoprofili TM ja motorinen kuva.....	18
3.2.3	Sensotonus TM ja sen eri tasot.....	20
4	VOIMANTUOTTO NOPEASSA LIIKKEESSÄ.....	22
4.1	Luustolihaksen rakenne ja toiminta	22
4.2	Nopeusvoima	24
4.3	Takakyökyn voimantuotto ja biomekaniikka	25
5	TAVOITE JA TARKOITUS	27
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	28
6.1	Tutkimusmenetelmä.....	28
6.2	Koehenkilöt.....	28
6.3	Testausvälineistö.....	29
6.4	Tutkimuksen suunnittelu ja toteutus	30
6.4.1	Standardoidut testiasennot	33
7	TULOKSET.....	38
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	41
9	POHDINTA	42
9.1	Reliabiliteetti ja validiteetti	43
9.2	Jatkotoimenpiteet	45
9.3	Opinnäytetyöprosessi	46
	LÄHTEET.....	48
	LIITTEET.....	51

Liite 1. Koehenkilötiedote	51
Liite 2. Esitietolomake.....	52

1 JOHDANTO

Halusimme tehdä opinnäytetyön, jossa saamme yhdistää mielenkiintomme sekä voimaharjoitteluun että ihmiskehoon. Tavoite oli löytää aiheeseen uusi näkökulma. Omien harrastustemme ja Proakatemian yhteistyöprojektin kautta kiinnostuimme erityisesti yksilön luontaisesta tavasta liikkua. Lussiana ja Gindre ovat havainneet tutkimuksessaan (2015) jokaisella yksilöllä olevan oma luontainen juokсутekniikkansa sekä nopeutensa. Kiinnostuimme siitä voisiko luontainen oma tapa näyttäytyä myös voiman tuottamisessa.

Lopullisen aiheen pariin päädyimme lopulta yksilön vahvuuksia korostavan valmennuksen kautta. Toiminnallisen neurotieteen sensomotorista metodia käyttävät yritykset toimivat Euroopassa Action Types Approach© ja SMCI:n eli Sensory Motor Cognitive Intelligence- järjestön alla. Toiminnallisen neurotieteen sensomotorinen metodi on kokonaisvaltainen sensomotoriikkaan pohjautuva valmennusmenetelmä ja ideologia, jonka ovat kehittäneet Keski-Euroopassa jo 1990-luvulla huippuvalmentajat Ralph Hippolyte ja Bertrand Théraulaz. Sensomotoriikkaan perustuvalla metodilla pyritään saamaan selville, miten yksilö pystyy ilmaisemaan itseään ja kokemaan asioita juuri hänelle ominaisimmalla tavalla. Metodin osa-alueisiin kuuluvat niin kehon tiedostamattomat vaikuttimet kuin mentaaliset ja psykologiset ominaisuudetkin. Menetelmän yksi suuri osa-alue on yksilön motorinen, kognitiivisesti testattava, luonnollinen hermoston profiili, jonka ympärille myös opinnäytetyömme rakentuu. Motoristen taitojen päätyyppinä eli motorisia kuvia on neljä, jotka voidaan jakaa edelleen kahteen koordinaatiotyyppiin, walking from the top (WT) ja walking from the bottom (WB). (Hippolyte & Théraulaz, 2010.)

Testattavaksi liikkeeksi valikoitui takakyykky, koska kyykky on kaikille tuttu ja luonnollinen liike. Päivän aikana ihminen nousee istumasta seisomaan ja takaisin huomaamattaan useita kymmeniä kertoja (Starrett & Cordoza 2015, 162). Kyykky on myös yksi kiistelyimmistä kuntosaliliikkeistä heti penkkipunnerruksen jälkeen (Hulmi 2015, 88) sekä yksi monipuolisimmista kokonaisvaltaisesti kehoa kuormittavista liikkeistä (Bloomquist ym. 2013; Schoenfeld 2010).

Opinnäytetyössämme tutkimme sensomotorisen metodin mukaisten kahden koordinaatiotyypin sekä niihin sisältyvien neljän eri motorisen kuvan vaikutusta takakyykyn mak-

simaaliseen voimantuottoon. Opinnäytetyö on yksi osa yhteistyökumppanimme sensomotorisen metodin tutkimuskokonaisuutta. Opinnäytetyön tavoite on tuottaa yhteistyökumppanillemme, liikunta-alan ammattilaisille sekä fysioterapeuteille tutkittua tietoa sensomotoriikan keinojen vaikutuksesta alaraajojen voimantuottoon.

Opinnäytetyön tilasi sensomotoriikkaan erikoistunut yritys Spinacor, joka toimii sekä Tampereella että Helsingissä. Spinacor tarjoaa koulutusta, sensomotorisia palveluita sekä urheilijavalmennusta. Sensopalveluiden avulla selvitetään kehon luontaiset taipumukset, vahvuudet ja rajoitteet. Yritys valmentaa asiakkaitaan toiminnallisen neurotieteen sensomotorisen metodin erityisasiantuntijoina tunnistamaan ja tiedostamaan vahvuuksiaan. (Spinacor 2016.)

2 SENSOMOTORIIKKA FYSIOTERAPIASSA

Sensomotoriikalla tarkoitetaan aistihavaintojen ja kehon liiketoimintojen yhdessä muodostamaa toimintakokonaisuutta. Lukuisten hermoyhteyksien muodostama kokonaisuus luo merkityksen aistimuksille sekä tekee liikkeistä tarkoituksenmukaisia. (Ayres 2008, 84.) Ympäristöstä, kehon ja raajojen asennosta sekä lihasjännityksen tasosta saadaan tietoa sensorisen järjestelmän avulla. Motoriikan säätelyjärjestelmä ohjaa vastavaikuttajalihas-ten oikea-aikaista supistumista ja rentoutumista lihasjännityksen tason perusteella. Näiden tapahtumien tuloksena syntyy tarkoituksenmukainen, sulava ja koordinoitu liike. (Lano 2014, 59.)

2.1 Sensomotoriikan määritelmä

Hermosto on ihmisen tärkein elintoimintoja säätelevä ja koordinoiva järjestelmä. Neuraalisessa tiedonvälityksessä tieto kulkee sähköisenä hermoimpulssina hermosolujen akso-neita pitkin ja siirtyy solusta toiseen kemiallisten välittäjäaineiden avulla. Tyypillistä neuraaliselle tiedonvälitykselle on toiminnan nopeus sekä tarkkuus. (Leppäluoto ym. 2007, 312, 392.) Ihmisen motoriikkaa säätelevä systeemi voidaan nähdä eräänlaisena informaatiota käsittelevänä prosessorina, jossa ympäristöstä saapuvat viestit ja ärsykkeet otetaan eri aistielimillä vastaan, tieto käsitellään keskushermostotasolla ja vaste tuotetaan luurankolihasia ohjaavan hermostollisen yhteyden avulla. Liikevasteita voidaan korjata liikkeen aikana kehon sisältä ja ulkoa saadun palautteen avulla. (Kauranen & Nurkka 2010, 164.)

Aistijärjestelmiin kuuluvat asento- ja liikeaisti eli proprioseptiikka, tuntoaisti, näköaisti sekä liikkumisen kannalta vähemmän tärkeät kuulo-, maku- ja hajuaistit. Lisäksi yksilön liikkeisiin ja asennon ylläpitoon vaikuttavat keskeisesti erilaiset refleksijärjestelmät, jotka ovat pitkälti autonomisia. Mitä enemmän aivoja on tutkittu ja kuvattu toiminnassa, sitä tärkeämmäksi on noussut aivojen verkostomainen rakenne. Vaikka voidaan osoittaa joidenkin osien vastaavan ensisijaisesti joistain tehtävistä, niin harvoin nämä alueet toimivat täysin itsenäisesti. Aivojen eri osat tukevat ja osallistuvat monien eri tehtävien suorittamiseen. (Kauranen & Nurkka 2010, 55.)

2.1.1 Hermoston rakenne ja toiminta

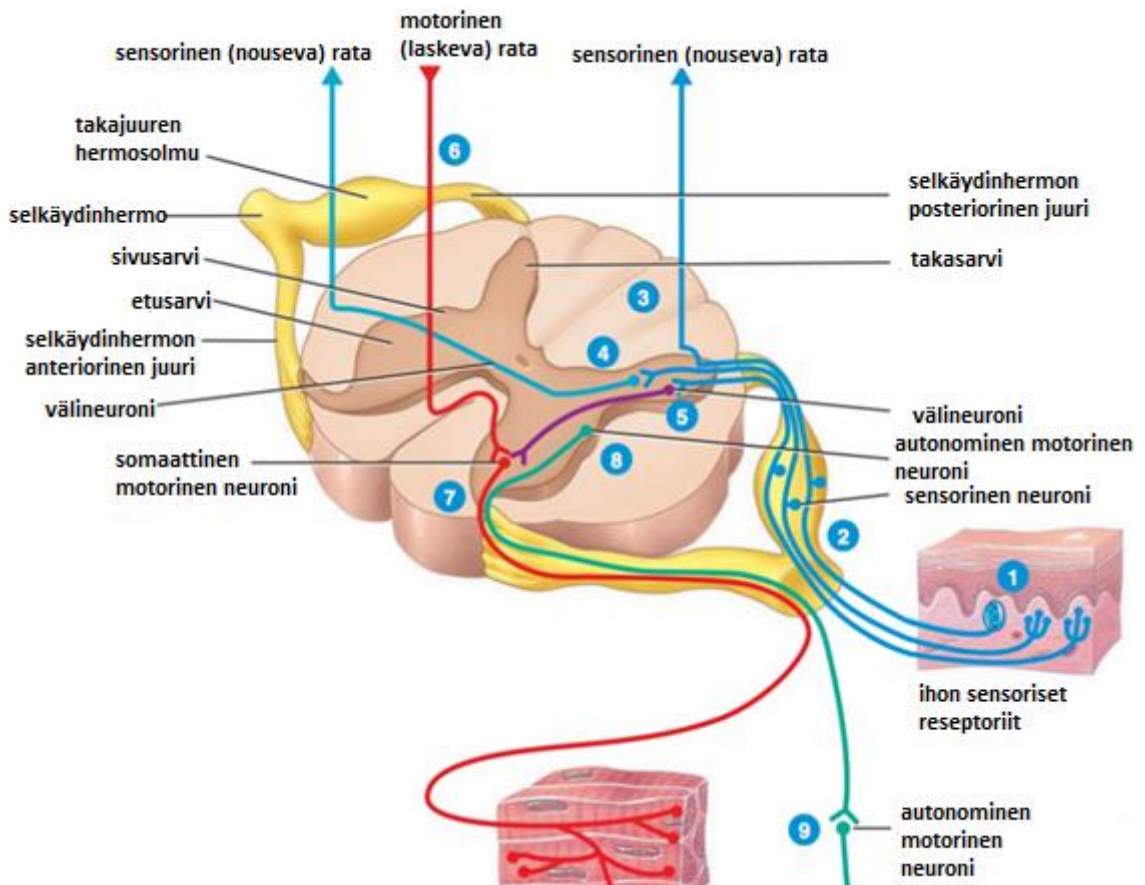
Anatomisesti hermostoon kuuluvat keskus- ja ääreishermosto. Keskushermoston muodostavat aivot ja selkäydin. Ääreishermosto rakentuu aivo- ja selkäydinhermoista sekä hermosolmuista eli ganglioista. Toiminnallisesti hermosto voidaan jakaa tahdonalaiseen eli somaattiseen hermostoon sekä tahdosta riippumattomaan eli autonomiseen hermostoon. (Moore, Dalley & Agur 2014, 46; Sandström & Ahonen 2011, 7.)

Hermokudos antaa anatomisen pohjan hermoston toiminnalle. Se koostuu hermosoluista ja hermotukisoluista. Ihmisaivoissa on noin 100 miljoonaa hermosolua. Hermotukisoluja eli gliasoluja on erilaisia ja niitä voi olla aivoalueesta riippuen yli 50 % enemmän kuin hermosoluja. Nämä hermotukisolut säätelevät muun muassa hermosolujen aineenvaihduntaa sekä osallistuvat oppimismuutosten tuottamiseen. (Sandström & Ahonen 2011, 4.)

Hermosoluja eli neuroneja on eri kokoisia ja eri näköisiä. Kaikissa on kuitenkin samat perusrakenneosat eli tuojahaarakkeita ja yksi viejähaarakke eli aksoni. Nämä haarakkeet kiinnittyvät solukeskukseen eli soomaan. Hermotukisolujen muodostama myeliinituppi ympäröi monia aksoneita. Hermokudos jakautuu keskushermostossa harmaaseen ja valkeaan aineeseen. Harmaa aine muodostuu hermosolujen soomista ja tuojahaarakkeista, valkea aine sen sijaan muodostuu hermosolujen viejähaarakkeista. Hermosolut siirtävät tietoa hermosolulta toiselle, hermoärsykkeiden eli impulssien muodossa hermosolujen välisten liitoskohtien eli synapsien kautta. (Sandström & Ahonen 2011, 4.)

Selkäydin on pikkusormen paksuinen ja sijaitsee selkärangan kanavassa. Selkäydinkalvot sekä aivo-selkäydinneste ympäröivät selkäydintä. Selkäydin jatkuu aina kallon pohjasta ensimmäisen lannenikaman tasolle asti ja on aikuisella noin 45 senttimetriä pitkä. Selkäytimen keskellä on H-kirjaimen mallinen alue, jossa on harmaata ainetta. Tätä ympäröi valkoinen aine. Somatotooppisesti eli kehonosittaisesti järjestäytynyt valkea-aine on motoristen ja sensoristen ratojen muodostama. Se on järjestäytynyt siten, että yläraajojen, vartalon ja alaraajojen toiminnot erottuvat toisistaan. Selän puolella sijaitsee takasarvi ja vatsan puolella etusarvi. Sarvien väliin jää välivyöhyke. Valkean aineen pylväissä kulkee juosteita, jotka koostuvat hermoradoista. Ratojen suunta on takajuosteissa selkäytimestä aivoihin (sensoriset radat) ja etujuosteissa aivoista selkäyttimeen (motoriset radat).

Selkäytimen poikkileikkaus hermoratoineen on esitetty kuviossa 1. Selkäytimessä sijaitsevista 31 jaokkeesta lähtevät parilliset selkäydinhermot, joiden sensoriset aksonit tuovat ärsykeitä keskushermostoon iholta, nivelistä, lihaksista ja sisäelimestä. Tätä hermoston toiminnallista osaa kutsutaan myös sensoriseksi affereentiaaliseksi järjestelmäksi. Viestit kulkeutuvat selkäydintä pitkin aivoihin. (Moore ym. 2014, 47–50; Sandström & Ahonen 2011, 16; Hippolyte & Siivonen 2017, 11.)

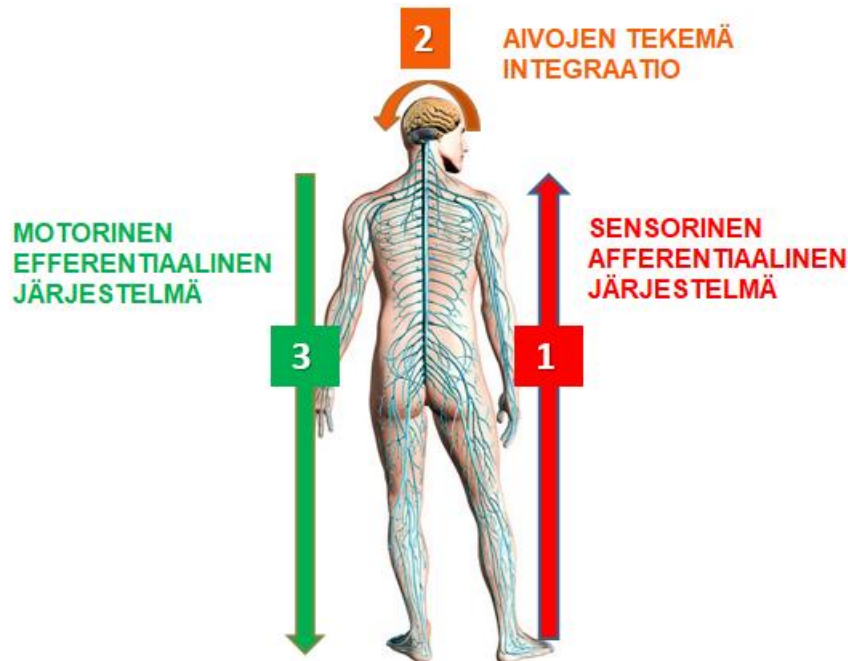


KUVIO 1. Sensoristen ja motoristen ratojen kulku selkäytimessä (Tortora & Derrickson 2012, muokattu)

Monimuotoista sensorista tietoa tulee kaikista kehon osista selkäyttimeen, jossa aistitietoja yhdistellään ja muutellaan ennen kuin se välittyy aivoihin. Viestien integraatio tapahtuu aivoissa. Aivot käsittelevät signaaleita arvioimalla, vertailemalla, hylkäämällä tekemällä päätöksiä, varastoimalla muistiin tai käynnistämällä toiminnan. (Hippolyte & Siivonen 2017, 12; Carter 2016, 42). Selkäytimen etusarvesta lähtevät etujuurina selkäydinhermojen motoriset aksonit. Mediaaliset liikehermosolut sijaitsevat selkäytimessä

lähellä keskiviivaa ja hermottavat vartalon ja raajojen tyviosien lihaksia. Raajojen ääreisosien ohjaus lähtee lateraalista liikehermosoluista. Nämä sijaitsevat selkäytimen keskiviivasta sivummalla. (Sandström & Ahonen 2011, 16; Soinila 2011, 15.)

Sensomotoriikan näkökulmasta hermojärjestelmän toiminta voidaan yksinkertaistaa kolmeen ydinvaiheeseen (kuvio 2).



KUVIO 2. Hermojärjestelmän toiminta viestin etenemisen näkökulmasta (Hippolyte & Siivonen 2017)

2.1.2 Vestibulaarijärjestelmä

Tasapainolinjärjestelmän toiminta vaikuttaa keskeisesti ihmisen jokapäiväiseen elämään. Sen tehtävänä on vakauttaa katsesuunta, säädellä asentoja ja tasapainoa sekä ohjata tilassa toimimista. Järjestelmän toiminnasta ei olla yleensä tietoisia kuin vasta sitten, kun siinä esiintyy häiriöitä. Vestibulaarijärjestelmää tarvitaan tavoitteellisen motoriikan suunnitteluun ja autonomisten toimintojen säätelyyn. Tasapainoelin sijaitsee sisäkorvassa. Sen osia ovat soikea ja pyöreä rakkula sekä nesteellä täytetty kaarikäytävä. Rakkuloissa ja kaarikäytävässä olevat karvasolut reagoivat painovoimaan ja liikkeeseen, jolloin pään asennosta ja kiihtyvyydestä saadaan tietoa kaikissa oloissa. (Sandström & Ahonen 2011, 28; Leppäluoto ym. 2007, 490; Harris 2014, 232–233.)

2.1.3 Proprioseptiikka

Keskushermosto tarvitsee jatkuvaa tietoa lihasten pituudesta sekä jännitystasosta, jotta keho pystyy liikkumaan tarkoituksenmukaisesti ja optimaalisella teholla. Tätä tietoa tarjoavat sensoristen hermojen päässä olevat tietyille ärsykkeelle herkät aistinelimet, joita sijaitsee lihaksessa, jänteissä, ihossa ja nivelissä. Aistimukset, kuten venytys, paine, vibraatio, kosketus ja lämpötila muunnetaan keskushermoston ymmärtämään muotoon, jolloin keskushermosto saa käyttöönsä palautejärjestelmän lihasten toiminnan säätelyyn. Reseptorit voidaan jaotella sijainnin (sisä- ja ulkoproprioseptorit), toiminnan (mekano- ja kipureseptorit) sekä muodon (vapaat/kapseloidut) perusteella. Lihastoiminnan ohjauksen kannalta keskeisimpiä ovat lihaksessa itsessään sijaitsevat lihassukkula, Golgin jänneelin, Pacinin keräset sekä vapaat hermopäätteet. Lihasten pituuden määrittämiseen osallistuvat myös välillisesti nivelten propioseptorit ja ihon mekanoreseptorit. (Kauranen. 2014, 92; Harris 2014, 245–246.) Proprioseptorit tuottavat tietoa liikkeen tilasta ja kehon asennoista, sekä tuottavat ihmiselle tietoa oman kehonsa eri osien asennoista verrattuna toisiinsa. Nämä reseptorit havaitsevat myös tietyn taajuisen kehon huojunnan. (Sandström ym. 2011, 59; Carter 2016, 102.)

2.1.4 Näköaisti sekä muut aistit

Suurin osa ympäröivän maailman informaatiosta saadaan näköaistin kautta ja se onkin kaikkein dominoivin aisteista. Näkeminen perustuu valon heijastumiseen ja absorboitumiseen ympärillä olevista esineistä. Näköaistin avulla yksilö osaa ennakoida ja ajoittaa liikkeitä oikein ja sen merkitys korostuu erilaisissa silmä-käsi-koordinaatio- ja tasapainosuorituksissa. Kuuloaistin avulla saadaan tietoa matkan päässä olevista tapahtumista. Kuuloaistin voidaan ajatella täydentävän näköaistia, koska se toimii myös pimeässä. (Leppäluoto ym. 2007, 471; Harris 2014, 147.) Kuuloaistin avulla kerätään tietoa ympäristöstä ja omista liikkeistä ja sen merkitys korostuu erilaisissa paikannusta vaativissa tilanteissa. Ympäristöstä saadaan tietoa myös kemiallisiksi aisteiksi luokiteltavilla haju- ja makuaistilla. Näillä tosin ei ole suurta merkitystä yksilön liikkumisen ja motoriikan kannalta. (Kauranen & Nurkka 2010, 170.)

2.2 Motoriikka

Motoriikalla tarkoitetaan taitoa suorittaa liikkeet sujuvasti, virheettömästi ja automaattisesti. Motoriikkaa voidaan jaotella kolmella eri tavalla. Liikunnallisia perustaitoja ovat tasapaino, liikkumistaito ja välineen käsittelytaito. Tasapainotaitoja ovat kääntyminen, heiluminen ja tasapainoilu. Liikkumistaidoiksi luetaan kävely, juokseminen, hyppääminen ja kiipeäminen ja välineen käsittelyksi luetaan heittäminen, iskeminen, pomputtaminen ja kiinniottaminen. Tämän lisäksi motoriikan voi jakaa avoimeen, eli muuttuvassa ympäristössä tapahtuvaan, sekä suljettuun, muuttumattomassa ympäristössä tapahtuvaan liikkumiseen. Kolmas käytetty määritelmä on jako karkea- ja hienomotoriikkaan. Näiden lisäksi erotellaan vielä yksittäiset, selkeän alun ja lopun omaavat liikkeet sekä jatkuvat liikkeet. (Sandström & Ahonen 2011, 65.) Motoriikka voidaan karkeasti jaotella selkäytimen ja ylempien hermokeskusten aikaansaamaksi. Selkäytimen tasolla sijaitsevat mekanismit, jotka palvelevat heijasteiden ja perusliikkeiden toimintaa. Aivot säätelevät heijastetoimintaa ja ohjaavat alempien liikehermoksetjujen aktiiviteettia. (Ilmoniemi 2001.)

2.2.1 Liikeradat ja -järjestelmät

Motoriikkaa ja liikkeitä säätelevät laskevat radat voidaan jakaa isoaivokuorelta lähteviin ratoihin ja aivorungon eri tumakkeista lähteviin. Nämä järjestelmät eivät toimi erillisinä vaan esimerkiksi isoaivokuori saa informaatiota muilta korteksien alueilta, tyvitumakkeista, pikkuaivoista ja selkäytimestä. (Ilmoniemi 2001.) Liikeradat on nimetty sen mukaisesti, mihin osaan selkäydintä ne päättyvät. Mediaaliset liikeradat päättyvät selkäytimen etusarven harmaan aineen mediaalisiin osiin ja lateraaliset liikeradat päättyvät vastaavasti etusarven harmaan aineen lateraalisiin osiin. Aivot ja liikeradat ovat jatkuvasti uuden tutkimuksen kohteena. Aiemmin kahtena erillisenä liikejärjestelmänä tunnettujen pyramidi- ja ekstrapyramidijärjestelmän toiminta tarkentuu hiljalleen. On esitetty, että kahta erillistä liikejärjestelmää ei ole olemassa, vaan on olemassa liikejärjestelmiä, jotka säätelevät kehon eri osien lihasten toimintaa. (Sandström & Ahonen 2011, 17.) Yleisen käsityksen mukaan pyramidirata kontrolloi kaikkia tahdonalaisia motorisia toimintoja, poislukien silmien liike. Ekstrapyramidijärjestelmä taas modifioi motorisia liikkeitä ja sen uskotaan kontrolloivan korkean tason kognitiivisia liikkeitä ja monimutkaisia liikestrategioita. (Leisman, Braun-Benjamin & Melillo 2012, 4.)

Mediaaliset liikeradat lähtevät isoivokuoresta, keskiaivojen katosta ja aivorungossa olevista parillisista tumakkeista ja ne säätelevät vartalon ja raajojen tyviosien toimintaa. Tassapaino- ja vestibulaaritumakkeet sekä aivosillan ja ydinjatkeen aivoverkostotumakkeet kuuluvat aivorungossa oleviin tumakkeisiin. Mediaaliset liikeradat voivat kulkea samalla puolella keskiviivaa tai ristitä myös toiselle puolelle keskiviivaa, jolloin oikeanpuoleiset rakenteet ohjaavat vasemmanpuoleisten lihasten toimintaa ja päinvastoin. Isoivokuori, pikkuaivot ja basaaligangliot säätelevät mediaalisten liikeratojen toimintaa. Lateraalsiin liikeratoihin kuuluvat rubrospinaalirata, joka säätelee ylä- ja alaraajan ääriosien toimintaa, lateraalinen kortikospinaalirata, joka raajojen ääriosien toiminnan säätelyn lisäksi osallistuu myös raajojen tyviosien lihasten toiminnan säätelyyn sekä ydinjatkeen lateraalinen retikulospinaalirata, joka säätelee raajalihasten toimintaa sekä kävelyä. Näiden liikeratojen säätelyalueet ovat pikkuaivot, basaaligangliot sekä isoivokuori. (Sandström & Ahonen 2011, 17–19. Carter 2016, 116.)

2.2.2 Liikkeen tuottaminen ja suunnittelu

Erilaiset motoriset liikemallit ja ohjelmat ohjaavat ja kontrolloivat liikettä ja liikesarjoja. Suuri osa päivittäisestä liikkumisesta ei tarvitse tietoista suunnittelua vaan toiminnot sujuvat rutiininomaisesti. Uusissa tilanteissa aivojen tulee muodostaa käsitys liikkeestä, sen aloitusajankohdasta sekä siitä, miten liike suoritetaan. Sen jälkeen aivot valitsevat toimintaan tarvittavat lihakset. Isot aivot luovat päämäärän, basaaligangliot valitsevat tarvittavat toimintatavat ja pikkuaivot säätelevät liikkeiden koordinaation ja pitävät huolta ajoituksesta. Primaarisen motorisen aivokuoren tehtävänä on säädellä liikkeiden suuntaa, voimantuoton ja nopeuden säätelystä. Eri kehonosat ovat edustettuina primaarisella liikeivokuorella ja niiden edustus vaihtelee käytön perusteella. Enemmän käytetyt kehonosat vievät tilaa käyttämättömiltä osilta. (Sandström & Ahonen 2011, 46–47)

2.2.3 Motorinen oppiminen

Shumway-Cookin ja Woollacottin (2001, 26) määrittelyn mukaan motorinen oppiminen on uuden taidon oppimista ja liikkeen muokkaamista sekä uuden taidon saavuttamista. Täysin uutta opittua taitoa tai menetetyt taidon uudelleen oppimista ei voida erottaa toisistaan, vaan molempien takaa on löydettävissä sama prosessi. Schmidt ja Lee (2005) taas

määrittävät motorisen oppimisen tarkoittavan harjoittelusta syntyneitä kehon sisäistä tapahtumasarjaa, joka johtaa pysyviin muutoksiin kyvyssä tuottaa liikkeitä. Oppiminen ei ole suoraan esimerkiksi perimän ohjaamaa, vaan harjoittelun tulosta. Kaikki voivat siis oppia, kunhan harjoittelevat riittävän laadukkaasti ja riittävästi. On havaittu, että motorinen oppiminen on kehon sisäinen tapahtumaketju. Oppiminen ei ole siis ainoastaan havaittava ero suorituksessa. Kolmas havainto on, että oppiminen on pysyvää ja opittu motorinen taito voidaan palauttaa mieleen pitkänkin ajan jälkeen. (Jaakkola 2016, 33.)

Motorisen oppimisen myötä suoritukset paranevat, yhdenmukaistuvat, niiden pisyvyys paranee ja ne ovat sovellettavissa erilaisiin ympäristöihin. Suorituksen paraneminen tapahtuu tehon, taloudellisuuden ja sujuvuuden kautta. Peräkkäisten suoritusten hajonta pienenee oppimisen myötä ja suoritus pystytään tekemään tarkkuudella mahdollisista häiriötekijöistä huolimatta. (Jaakkola 2016, 33.)

Urheilussa opittavista taidoista käytetään nimityksiä yleistaitavuus ja lajitaitavuus. Yleistaitavuus koostuu kyvystä hallita ja oppia erilaisten suoritusten ja urheilulajien taidollisia vaatimuksia sekä hallita kehoaan hankalissa, esimerkiksi suunnanvaihdoksia ja tasapainoa vaativissa tilanteissa. Lajitaitavuus puolestaan koostuu lajin tekniikan tarkoituksenmukaisesta soveltamisesta eri tilanteissa sekä tekniikan korjauskyvystä ja uusien tekniikoiden oppimisesta. (Sandström & Ahonen 2011, 65.)

3 TOIMINNALLISEN NEUROTIETEEN SENSOMOTORINEN METODI

Sensomotoriikkaa hyödyntävä valmennuksellinen kokonaisuus kulkee Suomessa nimellä Sensovalmennus™ ja Keski-Euroopassa nimityksellä SMCI (Sensory Motor Cognitive Intelligence Approach) ja ATA® (Action Type Approach). Menetelmän ovat alun perin kehittäneet huippuvalmentajat Ralph Hippolyte sekä Bertrand Théraulaz Sveitsissä 1990-luvulla.

3.1 Metodien historia ja alkuperä

Sensomotorinen menetelmä ei ole vain yhden miehen tai naisen keksintö vaan sen syntyyn ovat vaikuttaneet monien eri tiedemiesten, psykologien ja tutkijoiden näkemykset ja havainnot. Tutkimukset ja teorit ihmisen mielestä, luontaisesta toiminnasta ja käyttäytymisestä ovat olleet avainasemassa menetelmää rakentaessa. Carl Gustav Jungin vuonna 1921 kehittämä teoria ulos- ja sisäänpäin suuntautuneisuudesta yhdessä Isabel Briggs Myersin MTBI-luokittelun kanssa toimivat pohjana yksilölliselle profiilille. (Hippolyte & Siivonen 2017, 7.)

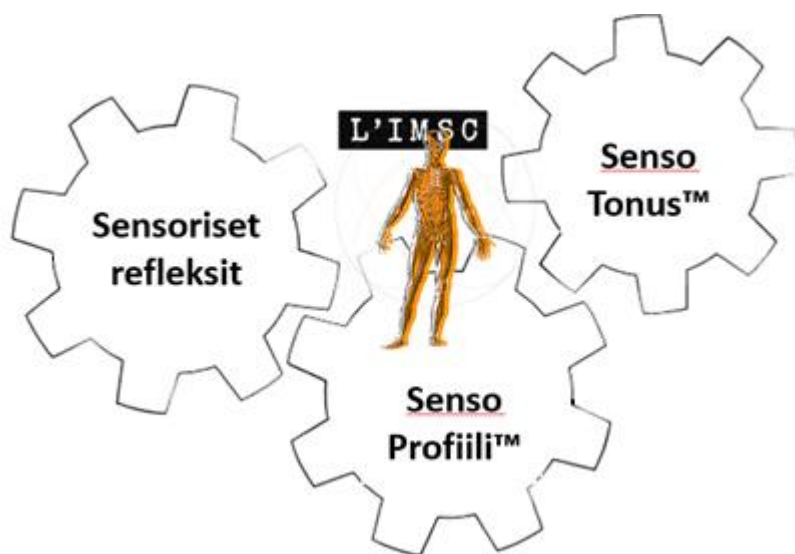
Menetelmän syntyyn ovat vaikuttaneet useat teokset ympäri maailmaa viimeisen sadan vuoden ajalta. Kyseessä on valtava kokonaisuus, jossa oma osansa on ollut muun muassa seuraavilla teoksilla, menetelmillä ja henkilöillä: Walter Lowen, *Dichotomies of the Mind* (1982), John Beebe, *8-function model* (1993), Roger Wolcott Sperry, tutkimus aivopuoliskoista (1981), Wilder Penfield, *motorinen homunculus* (1940-luku), Karl Pribram, *Holonomic brain theory* (1970-luku), Semir Zeki, *A vision of the Brain* (1993), Raymond Sohier, *2 marches pour la machine humaine* (1989), Godelieve Denys-Struyf, *GDS-metodi* (1960-luku), Alain Berthoz, *The Brain's Sense of Movement* (2000), Jonathan P Niednagel, *Your Key to Sports Success* (1997), Katherine Benziger, *BTSA-metodi & Falsification of Type* (1995), Richard Haier, *Natural Lead* (n.d.), Hans Eysenck, *The Biological Basis of Personality* (1967), Mihaly Csikszentmihalyi, *Flow* (1990) sekä monilla muilla. (Hippolyte & Siivonen 2017.)

Toiminnalliseen neurotieteen sensomotoriseen metodiin perustuvia valmennusmenetelmiä on Euroopassa useita. Valmennussuuntaus on yleisesti käytössä etenkin Ranskassa,

Sveitsissä, Englannissa, Hollannissa ja Belgiassa ja sitä sovelletaan niin urheiluun kuin yrityselämäänkin. Yhdysvalloissa on myös käytetty menetelmää muun muassa NBA-, NFL- ja MLB- pelaajilla (Dufresne 1998; Niednagel 2004, 35).

3.2 Sensomotorisen metodin osa-alueet

Sensomotoriikka voidaan lukea osaksi toiminnallista neurotiedettä. Sen avulla voidaan ymmärtää aivojen, aistien sekä hermolihasjärjestelmän luontaista toimintatapaa. Jokaisella yksilöllä on oma synnynnäinen tapansa toimia. Alan yritysten käyttämän menetelmän avulla pyritään selvittämään myös muun muassa yksilön motorinen kuva, tukirangan taipumus sekä hermolihas- ja refleksijärjestelmän tilat (kuvio 3). Sensomotorisen metodin voidaan ajatella olevan aistien, aivojen, tukirangan ja hermolihasjärjestelmän poikkiteedeellistä toimintaa. (Siivonen 2017.) Sensomotoriikan ajattelutavan mukaan yksilöllisillä eroilla pystytään vaikuttamaan oppimisen tehokkuuteen ja suorituskyykyyn. Sensovalmennus yhdistää yksilön kognitiiviset, emotionaaliset/mentaaliset sekä motoriset ominaisuudet. Sensomotorista valmennusta käytetään niin urheilijoilla kuin yrityselämässäkin. Theraulaz ja Hippolyte ovat tehneet yhteistyötä muun muassa tennistähti Roger Federerin kanssa sekä auttaneet Barcelona-manageri Pep Guardiola ja hänen pelaajiaan menestyksekkääseen Mestareiden Liiga-voittoon vuonna 2009 (Hughes 2015). Metodi antaa valmentajille työkaluja, jotka auttavat ymmärtämään esimerkiksi yksilöiden välisiä suhteita urheilujoukkueessa (Murphy & Douwes 2014).



KUVIO 3. Toiminnallisen neurotieteen sensomotorisen metodin osa-alueet (Siivonen 2017, muokattu)

3.2.1 Sensoriset refleksit

Sensomotorinen metodi huomioi myös sensoriset refleksit sekä refleksijärjestelmän tilan toimintakunnon. Jotta yksilö pystyy suoriutumaan parhaalla mahdollisella tavalla, pitää hermoston olla vapaasti toimiva. Refleksijärjestelmän häiriöt voivat aiheuttaa kompensatioita aivojen toiminnassa ja sitä kautta turhia liikemalleja. Primitiivirefleksien vaikutusta kiputiloihin ja lihasaktivaatioon ovat tutkineet muun muassa Parfey, Gibbons, Drinkwater ja Behm (2014). Refleksijärjestelmä aktivoituu aisteja ja muita sensorisia järjestelmiä aktivoimalla ja se toimii itsenäisesti hermolihasjärjestelmässä (Siivonen 2017, 5).

Refleksejä on kahdenlaisia. Toinen ryhmä on primitiiviset refleksit, joita ovat esimerkiksi moro, asymmetrinen tooninen niskarefleksi ja abdominal-refleksi. Näiden lapsen kehityksessä esiintyvien heijasteiden tulisi sammua tietyssä vaiheessa, mutta näin ei aina tapahdu. Refleksihoidoilla saadaan nämä refleksit sammutettua. Toiseen ryhmään kuuluvat spastiset refleksit, jotka tulee syyttää kehon optimaalisen toiminnan saavuttamiseksi. (Siivonen 2017, 1-19.)





3.2.2 Sensoprofiili TM ja motorinen kuva

Yksilön tavat ja mieltymykset ovat mielenkiintoinen aihe. Parhaassa tapauksessa oikeanlainen valmennus tuo loistavia tuloksia. Théraulazin ja Hippolyten (2010) mukaan yksilö voi kehittyä vain kehittämällä edelleen vahvuuksiaan ja jättämään heikkoudet omaan arvoonsa. Heikkoudet kehittyvät vahvuuksien kanssa, mutta toisinpäin sama ei toimi. Keskitymällä suoraan heikkouksiin saadaan aikaan vain turhautumista ja entisten vahvojen osa-alueiden heikkenemistä.

Urheilussa monessa lajissa vallitsee yleisesti jokin hyväksytty tapa tai tekniikka, jolla asioita tulisi tehdä. Mikä toimii yhdelle, ei välttämättä ole paras tapa jollekin toiselle. Sensomotorinen metodi tarkastelee asioita laajemmin ja yksilöllisesti. Yleiset hyväksytyt tekniikat voivat olla vain jonkun menestyneen tähtiurheilijan tekniikoita, jotka ovat olleet juuri hänelle parhaita mahdollisia. Hippolyte ja Théraulaz (2010, 77) sanovat, että vaikka jotkin pelaajat voivat käyttää samoja malleja, eivät ne ole kaikille välttämättä olennaisia ja ne voivat jopa johtaa loukkaantumisiin joidenkin kohdalla.

Esimerkkinä jalkapallohuipuista Cristiano Ronaldolla ja Lionel Messillä on hyvin erilaiset potkutekniikat. Ronaldon tyyppiä voidaan kutsua vertikaaliseksi ja Messin horisontaaliseksi (Hippolyte & Théraulaz 2010, 78) Ronaldon tyyppiset ihmiset pelaavat pysyvässä asennossa ja Messin tyylliset matalammalla. Lajista riippumatta lajiteknisissä suorituksissa on joku yleisesti hyväksytty suoritustapa. Jos urheilijan luontainen preferenssi onkin erilainen kuin yleisesti opetettu, mitä silloin tapahtuu? Hippolyte ja Théraulaz ovat seuranneet lahjakkaita urheilijoita, lajista riippumatta, jotka ovat joko loukkaantuneet tai lopulta lopettaneet uransa kehityksen umpikujan vuoksi.

TAULUKKO 1. Sensomotoriikan metodin eri tyypit (Hippolyte 2010, mukailtu)

Koordinaatityyppi	Walking from the bottom (WB)		Walking from the top (WT)	
Motorinen kuva	D (Distal)	G (Global)	R (Rhythmic)	C (Conceptual)
Jalkojen asento ja painopiste (suositus)				

Sensomotorisen metodin mukaan ihmisillä esiintyy luonnostaan neljää eri tapaa käyttää motoriikkaa (taulukko 1). Näitä tapoja kutsutaan motorisiksi kuviksi, G, D, R ja C. G eli global-tyypin ihmiset käyttävät kehoaan kokonaisvaltaisesti (painotus keskivartalon ja jalkojen isoilla lihasryhmillä) ja he hallitsevat paremmin kehon lähellä tapahtuvia liikkeitä, joissa ei ole kiertoa. D eli distal-tyypin ihmiset käyttävät mielellään kehon distaalisten osien hienomotorisia liikkeitä (painotus kyynärvarsilla, ranteilla ja sormilla, sama jaloilla). He ovat parempia kauempana kehosta tapahtuvissa silmä-käsi/jalkakoordinaatiota vaativissa liikkeissä. R eli rhythmic-tyyppiin luokiteltavat ovat tietoisia rytmistä ja jaksottavat liikkeitään ajan mukaan. He ovat taitavia yhdistelemään hieno- ja karkeamotoriikkaa ja käyttävät rotaatiomaisia liikkeitä. Viimeinen ryhmä C eli conceptual tarvitsee käsitteitä, joiden avulla he suunnittelevat mielessään liikkeen tai tilanteen ennen varsinaista liikettä. Myös he käyttävät rotatorisia liikkeitä. (Hippolyte & Siivonen 2017.)

Nämä neljä motorista kuvaa voidaan jakaa kahteen ryhmään koordinaation perusteella. Koordinaatityyppi määrittää, kuinka yksilö asemoi kehonsa suhteessa painovoimaan. Yksilöt ylläpitävät tasapainoaan joko alhaalta tai ylhäältä toisin sanoen walking from the bottom tai walking from the top. Motorisista kuvista D ja G kuuluvat ryhmään walking from the bottom (WB) ja C ja R ryhmään walking from the top (WT). WB-ryhmä käyttää

liikkeessä luonnollisesti lihastoimintaketjuista etummaisista, kun taas WT-ryhmällä voiman ja liikkeen mahdollistaa takaketju. Kaikki neljä motorista kuvaa sekä niiden mukaiset koordinaatiotyypit ovat kuvattuna taulukossa 1. (Hippolyte & Siivonen 2017.)

Gindre, Lussiana, Hébert-Lossier ja Mourot (2015) tutkivat juoksun biomekaanisia parametrejä ja pystyivät niiden perusteella jakamaan juoksijat kahteen eri ryhmään. Tutkimuksissa erottui kaksi toisistaan eroavaa askellustyyliä, terrestrial ja aerial, jotka sopivat senomotorisen metodin koordinaatiotyyppeihin WB ja WT. Terrestrial-juoksijoiden maakontaktiaika on pidempi ja vastaavasti aerial-juoksijoiden lentoaika on pidempi, kehon massakeskipisteen siirtymä suurempi ja voimantuotto ylöspäin isompi. Gindre ja Lussiana jatkoivat aiheen parissa jatkotutkimuksella (2015) ja huomasivat, että juoksijat valitsevat luonnostaan toisen juoksutyylin. Terrestrial-juoksijat eli WB:t minimoivat energiankulutusta liikuttamalla kehoa ensisijaisesti eteenpäin painon ollessa enemmän kantapäällä, kun taas aerial-juoksijat eli WT:t yrittävät olla tehokkaita varastoimalla ja vapauttamalla elastista energiaa ja askellus tapahtuu enemmän päkiällä.

3.2.3 Sensotonus TM ja sen eri tasot

Kehon lihaksissa on aina olemassa pieni lihasjänteys, supistustila, jota kutsutaan tonukseksi. Se säilyy myös nukkuessa, eikä ole tahdonalaisen säätelyn alainen. (Leppäluoto ym. 2007, 432.) Tonustutkimuksella on pitkä historia, johtuen pitkälti sen suuresta roolista erilaisissa liikehäiriöissä. Monissa tapauksissa häiriö aiheuttaa poikkeavan muutoksen lihastonuksessa (Gurfinkel ym 2006, 2678). Normaalisessa tilanteessa tonus huolehtii kyvystä ylläpitää antigravitaatioasentoja stabiloivilla lihaksilla sekä ryhtiä käyttämällä toonisia lihassupistuksia. Tonus huolehtii myös lihasten supistumisen valmistautumisesta eli lihasten kimmoisuuden esijännityksestä. Sekä tiedostamaton että tiedostettu motorinen liike perustuu tonuksen toimintaan. Tonus tukee ja ilmentää aktivoitumista, valppautta, motivaatiota ja aikomusta. Sitä pidetäänkin yhtenä vireystilaa kuvaavana piirteenä. (Hippolyte & Nguyen 2017.)

Perustonuksella tarkoitetaan kevyttä isometristä jännitystä. Se säilyy myös nukkuessa, eikä ole tahdonalaisen säätelyn alainen. (Leppäluoto ym. 2007, 432: Masi & Hannon 2008.) Perustonus ylläpitää kehon eri osien välistä yhteistoimintaa ja luo pohjaa tunteille sekä sosiaaliselle ilmaisulle synnyttämällä sekä lihastoimintaa, että sisäelinten toimintaa.

Myotatiiviset refleksit eli lihasheijasteet ja aivorunko säätelevät perustonusta. Hermo-lihasjärjestelmä pyrkii pitämään lihasjännityksen tietyllä tasolla, mutta järjestelmä ei ole täysin stabiili. Aktiivisuus lisää tonusta ja inaktiivisuus vähentää sitä. (Ylinen 2010, 61; Hippolyte & Nguyen 2017).

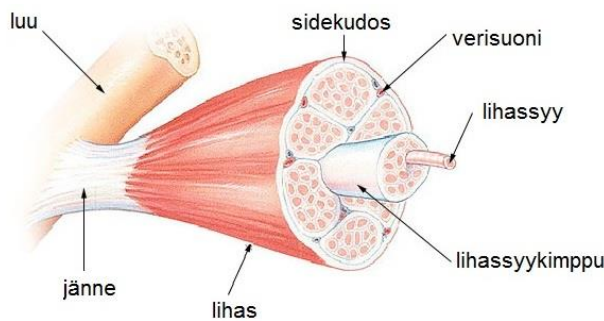
Sensomotorinen metodi erittelee toiseksi tonuksen tasoksi asentotonuksen, johon vaikuttavat suoraan kehon tiedostamattomat vaikuttimet. Asentotonus tarkoittaa pienintä tonusta aktiviteettia, joka mahdollistaa staattisen tasapainon. Asentotonus syttyy tahdosta riippumattoman refleksitoiminnan avulla, vaikka asentotonukseen voidaan vaikuttaa myös tahdonalaisesti. (Siivonen 2017; Hippolyte & Nguyen 2017.)

Kolmas tonuksen taso sensomotorisessa metodissa on toiminnallinen tonus, jota myös tämä opinnäytetyö osittain käsittelee. Toiminnallinen tonus on aina tarkoituksellista ja tarvitsee tahdonalaista, vapaaehtoista käskyttämistä. Heti, kun tapahtuu liikettä, astuu tahdonalainen toiminnallinen tonus etusijalle. Toiminnallinen tonus linkittyy suoraan synnynäisiin vahvuuksiin. (Hippolyte & Nguyen 2017.)

4 VOIMANTUOTTO NOPEASSA LIIKKEESSÄ

4.1 Luustolihasen rakenne ja toiminta

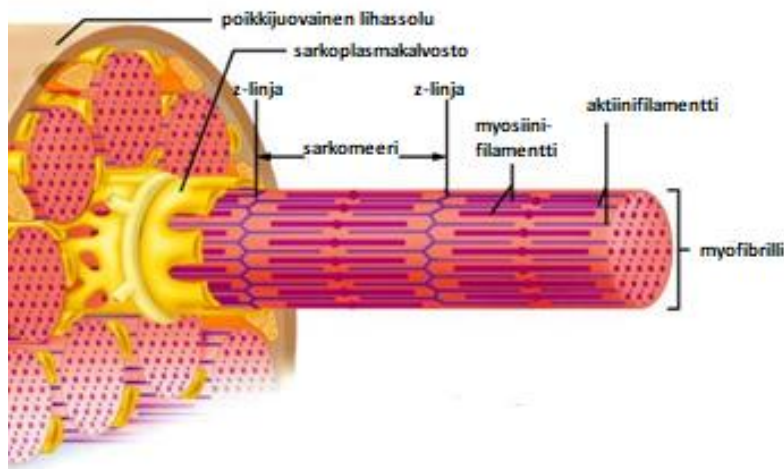
Luustolihakset muodostuvat luustolihas soluista eli luustolihas syistä (kuvio 4). Nämä ovat suuria soluja ja niissä on jo sikiökaudella yhteen sulautuneita lihassoluja. Yhdessä lihassolussa on useita tumia solukalvon alla. Lihassyt ovat useimmiten muutaman senttimetrin mittaisia, mutta joissakin lihaksissa lihassyyn pituus voi olla jopa 30 senttimetriä. Halkaisijaltaan lihassyt ovat yleensä aikuisella 0,01-0,1 millimetriä. Solukalvo eli sarkolemma ympäröi jokaista lihassytä. Solukalvon ympärillä on ohut sidekudoskalvo eli endomysium. Lihassykimppua, joka on usean lihassyyn muodostama, ympäröi paksumpi sidekudoskalvo perimysium. Lihassykimpuista koostuvat kokonaiset lihakset ja näiden ympärillä on tukeva sidekudoskalvo epimysium. Lihaksessa on sidekudoksen lisäksi myös verisuonia ja hermoja. Lihasta ympäröi edellä mainitut kalvot eli faskiat ja niiden jatkeena on jäniteitä. Sidekudoskalvot ja jänteet tukevat lihassyitä ja estävät niiden filamentteja liukumasta toistensa ohi, jottei lihaskudos repeytyisi. (Leppäluoto ym. 2007, 98–100.)



KUVIO 4. Luustolihasen rakenne (Korhonen & Mattila 2015)

Yksittäiset lihassolut muodostuvat myofibrilleistä (kuvio 5). Myofibrillit ovat lieriömäisiä säikeitä ja ne koostuvat kahdentyyppisistä myofilamenteista, aktiini- ja myosiini-nimisistä valkuaisaineista rakentuneista filamentteista. Näiden aktiini- ja myosiinifilamenttien kiinnittymislevyjen säännöllisen järjestäytymisen vuoksi mikroskoopilla katsottuna luustolihasen rakenne näyttää poikkijuovaiselta. Myosiinifilamentit ovat kaksi kertaa niin paksuja kuin aktiinifilamentit. Myofilamentit ovat siis järjestäytyneet säännöllisiksi rakenteiksi. Näitä rakenteita kutsutaan sarkomeereiksi. Yhdessä sarkomeerissa on kaksi

ryhmää aktiinifilamentteja. Molempien ryhmien toinen pää on kiinnittynyt valkuaisaineverkkoon eli Z-levyyn (kuva 5). Sarkomeerit on erotettu toisistaan näiden Z-levyjen avulla. Myosiinifilamentit sijoittuvat sarkomeerin keskelle aktiinifilamenttien lomaan. Myosiinifilamentit koostuvat yksittäisistä golfmailaa muistuttavista myosiinimolekyyleistä. Aktiinifilamentit koostuvat yksittäisistä, pallomaisista aktiinimolekyyleistä. Myosiinimolekyylien väkäset kykenevät sitoutumaan aktiiniin ja näin muodostamaan näiden kanssa poikkisiltoja, mikä on perusta lihassupistuksen mekanismille. (Leppäluoto ym. 2007, 100–101.)



KUVIO 5. Myofibrillin rakenne (Fox 2007, muokattu)

Lihassoluissa on sarkoplasmakalvostosta ja T-putkistosta koostuva kehittynyt putkisto. Lihassolun aktiopotentiaali pääsee leviämään T-putkia pitkin solun pinnalta sen sisäosiin sarkoplasmakalvostoon. Tämä toimii solunsisäisenä kalsiumvarastona. Kalsiumionien vapautuminen sarkoplasmakalvostosta puolestaan käynnistää lihassupistumisen. Luustolihas tarvitsee aina supistuakseen toimintakäskyn hermosolulta. Jokaiseen lihassyhyyn kiinnittyy yksi somaattisen motorisen hermosolun eli alfamotoneuronin aksonipääte. Tätä liikehermosolun ja luustolihasolun välistä liitosta kutsutaan hermolihasliitokseksi. Sitä muodostavaa aksonin haaraa kutsutaan hermopäätteeksi. (Leppäluoto ym. 2007, 102–103.)

Välittäjäaine asetyylikoliini vapautuu hermo-lihasliitoksessa ja käynnistää supistumisreaktion. Alfamotoneuroni haarautuu useaan haaraan. Näistä jokainen haara hermottaa yhtä lihassyttä. Kaikki lihassytyt supistuvat samanaikaisesti, kun hermosolu aktivoituu. Tällainen yksikkö on motorinen yksikkö. Lihassyt ja motorinen yksikkö toimivat kaikki-tai-

ei-mitään-periaatteella, tarkoittaen sitä, että kaikki yhteen motoriseen hermosoluun liittyneet lihassyöt supistuvat samanaikaisesti ja maksimaalisesti. Aktivoituvien motoristen yksiköiden määrä määrittää sen, kuinka suuren voiman lihas tuottaa. (Leppäluoto ym. 2007, 102–103.)

4.2 Nopeusvoima

Lihaksen voimantuotto-ominaisuudet voidaan jakaa nopeusvoimaan, maksimivoimaan ja kestovoimaan. Lihassoiman eri lajit sekoittuvat usein keskenään käytännön liikunta- ja liikesuorituksessa. Tämän vuoksi voi olla vaikeaa erotella yksittäistä lihasvoimalajia kokonaisuudesta. (Kauranen 2014, 172.) Kaurasen mukaan (2014, 173) nopeusvoimasta puhutaan silloin, kun lihas tuottaa lyhyessä ajassa mahdollisimman suuren voimatason. Nopeusvoimassa keskeiseksi tekijäksi muodostuu lihaksen voimantuottonopeus. Se kertoo hermoston motoristen yksiköiden aktivointikyvystä. Urheilussa nopeusvoimaa tarvitaan suorituksissa, joissa halutaan tuottaa räjähtävästi mahdollisimman korkea voimataso lyhyessä ajassa. Tällaisia ovat muun muassa heittolajit ja erilaiset ponnistussuoritukset. (Kauranen 2014, 173.) Monipuolinen maksimaalista sekä räjähtävää voimantuottoa vaativa suoritus on esimerkiksi rinnalleveto, jossa vaaditaan nimenomaan räjähtävää voimantuottoa erityisesti lonkan-, polven- ja selänojentajalihaksilta (Hulmi 2015, 94).

Kyröläisen (2010, 149) mukaan nopeusvoimasta on kyse silloin, kun hermolihaskärjestelmä tuottaa suurimman mahdollisen voiman lyhyimmässä mahdollisessa ajassa tai suurimmalla mahdollisella nopeudella. Voiman ja nopeuden yhteisvaikutusta voidaan ilmaista tehona. Välittömien energialähteiden käyttönopeus sekä hermoston kyky aktiivoida lihasten motoristen yksiköiden toimintaa vaikuttavat siihen, kuinka suurta nopeusvoima on. Motoristen yksiköiden rekrytointi, syttymisnopeus ja syttymisen ajoittaminen määrittävät niiden toimintaa. Erot lihassolujen supistumisnopeuksissa riippuvat siitä, kuinka nopeasti myosiinituppien ATPaasi-entsyymit pilkkovat adenosiniinifosfaattia eli ATP:tä. Sen aktiivisuus määrää energiatalouden nopeusvoimasuorituksessa. Lienee kuitenkin harvinaista, että energian saatavuus rajoittaisi nopeusvoimasuoritusta. (Kyröläinen 2010, 149; Sandström & Ahonen 2011, 104.)

Testausopillisesti nopeusvoima voidaan jakaa kolmeen: lähtövoimaan, räjähtävään voimaan sekä isoinertiaaliseen voimaan. Lähtövoimassa suurin voima tuotetaan nopeasti

liikkeen alussa. Suorituksesta tulee tehokkaampi, kun rekrytoitujen motoristen yksiköiden määrä vaikuttaa lähtövoiman suuruuteen lihastyön alkuvaiheessa. Hermolihasjärjestelmän kykyä jatkaa jo aloitettua lihastyötä niin nopeasti kuin mahdollista kutsutaan räjähtäväksi voimaksi. Räjähävää nopeusvoimaa dynaamisessa suorituksessa kuvaa voiman tuottonopeuden maksimi. Räjähävän voiman tarve korostuu, kun ulkoisen kuorman määrä kasvaa. Sen sijaan ulkoisen kuorman ollessa alhainen, on lähtövoiman tarve suurempi. Isoinertiaalisella voimalla tarkoitetaan sitä, kun voima tuotetaan reaktiivisesti luonnollisen liikkeen aikana. Elastista energiaa voidaan varastoida lihasten ja jänteiden elastisiin rakenteisiin tehokkaan venytysrefleksin ansiosta, jonka toiminta mahdollistaa suuremman lihasjänteveyden. Kun lihaksen supistuminen seuraa välittömästi jarrutusvaihetta, on liikkuminen taloudellisempaa, sillä kemiallista energiaa säästetään ja liikkuminen tehostuu. (Kyröläinen 2010, 150.)

Lähtövoimaa ja räjähtävää voimaa voidaan määrittää mittaamalla alustaan kohdistuva voima ajan suhteen. Tällä tavoin voidaan saada selville muun muassa voima-aika, voimanopeus, maksimaalinen voimantuottonopeus sekä voimaimpulssin suuruus. Isoinertiaalista nopeusvoimaa ja reaktiivista voimantuottoa mitataan kestoltaan lyhyissä suorituksissa, joissa liikutellaan kevyttä kuormaa, kuten hyppyä, loikat ja heitot. Näiden testien tulokset ilmaistaan kehon painopisteen nousukorkeuksina sekä loikkien tai heittojen pituuksina. (Kyröläinen 2010, 150.)

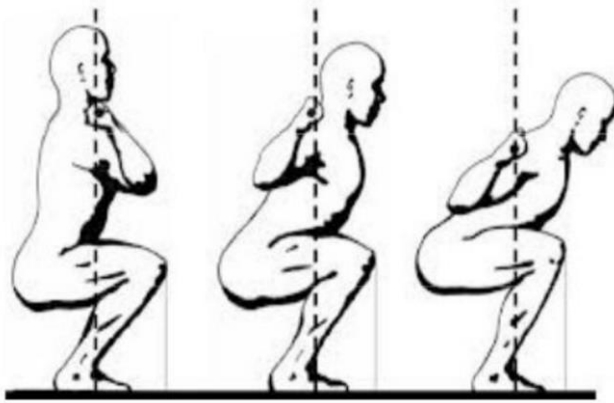
4.3 Takakyykyn voimantuotto ja biomekaniikka

Kyykky on yksi ihmisen perusliikkeistä ja kuntosaliharjoittelussa kahdella jalalla tehtävät kyykyt voidaan jakaa karkeasti tangon sijainnin perusteella etu- ja takakyykkyyn. Etukyykyssä tanko sijaitsee olkapäiden päällä hieman kaulan alapuolella ja takakyykyssä niskassa tai hieman alempana yläselässä. (Hulmi 2015, 88.) Jalkakyykky on loistava massa- ja voimaliike sekä hyödyllinen harjoite moniin lajeihin. Sillä on siirtovaikutus myös muihin liikkeisiin (Bloomquist ym. 2013).

Jalkakyykyn tärkeimmät liikesuunnat ovat lonkkanivelen ja polvinivelen ojennus. Lisäksi tapahtuu jossain määrin myös lonkan/lantion loitonnuusta ja lähennystä, selän ojennusta ja nilkassa plantaarifleksiota. Päälihasryhmiksi muodostuvat täten nelipäinen reisilihas sekä

pakaralihakset. Keskivartalon tukevia lihaksia kuten vatsalihaksia sekä selänojentajali-
haksia tarvitaan myös. Suoritustekniikasta riippuen kyykyn aikana työskentelevät lisäksi
lonkkanivelen lähentäjät ja loitontajat sekä takareiden, pohkeen ja säären etuosan lihak-
set. (Hulmi 2015, 89.) Schoenfeldin (2010) mukaan kyykätessä voi työskennellä saman-
aikaisesti jopa yli 200 lihasta.

Yleisesti isolle joukolle voidaan suositella takakyykkyä, jossa sekä pakarat, että etureisi-
lihakset tekevät työtä. Tässä variaatiossa tanko pidetään hartioiden päällä (kuvio 6), jol-
loin voimantuottolinja sijoittuu vertikaalisuunnassa keskelle kehoa. Kokonaisvoiman-
tuotto liikkeessä kohdistuu lattiaan/alustaan, jolloin voiman ja vastavoiman lain mukaan
näkyvä liike tapahtuu ylöspäin. (Hulmi 2015, 89–90).



KUVIO 6. Etukyykky, takakyykky sekä voimanostokyykky (Rippetoe 2011)

5 TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyön tavoite oli tuottaa yhteistyökumppanillemme, liikunta-alan ammattilaisille sekä fysioterapeuteille tutkittua tietoa sensomotoriikan keinojen vaikutuksesta alaraajojen voimantuottoon.

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää, vaikuttaako sensomotoriikan määrittämän motorisen kuvan (taulukko 1) mukainen liikkeen suorittaminen suoraan takakyykyn voimantuottoon.

Tutkimusongelmat:

1. Onko eri motoristen kuvien mukaisesti suoritetuissa takakyykyissä eroa voimantuotollisesti?
2. Millaisia ovat voimantuoton erot, kun verrataan oman motorisen kuvan mukaisesti suoritettua takakyykyä muihin suoritettuihin takakyykyihin?
3. Kuinka monen testattavan voimantuotollisesti paras takakyyky oli suoritettu oman koordinaatiotyypin mukaisella tavalla walking from the bottom (WB) tai walking from the top (WT)?

6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

6.1 Tutkimusmenetelmä

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valikoitui kokeellinen eli eksperimentaalinen tutkimus. Sen avulla voidaan tutkia jonkin tekijän vaikutusta kontrolloiduissa olosuhteissa. Kokeellinen tutkimus on yksi kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän muoto ja sen avulla testataan tietyn olettamuksen paikkansapitävyys erityisessä koetilanteessa, jossa tutkitaan vain tutkitun muuttujan vaikutusta, vakioimalla muut tekijät. (Heikkilä 2014, 14, 19.) Kokeellisessa tutkimuksessa testiympäristö on kontrolloitu ja tutkimusta varten luotu ympäristö. Mahdollisimman luotettavien tuloksien saaminen ja kontrolloitujen ja systemaattisten havaintojen tekeminen on se mihin kokeellisella tutkimuksella pyritään. Tutkimustilanne muodostetaan siten, että ilmiöiden vaikutuksia ja syy-seuraussuhteita voidaan havainnoida kontrolloimalla kaikkia ilmiöön liittyviä tekijöitä. (Jyväskylän yliopisto 2015.) On tärkeää huomioida, että koetilanteen tiedostaminen on saattanut vaikuttaa koehenkilöiden käyttäytymiseen, joka tässä opinnäytetyössä tarkoittaisi koehenkilöiden suoritusta. (Heikkilä 2014, 19.)

Koeasetelmaksi tässä opinnäytetyössä valikoitui poikkileikkausasetelma. Poikkileikkausasetelma käytetään yleisesti määrällisissä tutkimuksissa. Poikkileikkausasetelma koostuu vain yhdestä mittauskerrasta, joka kohdistetaan useaan havaintoyksikköön. (Kvantti-MOTV 2013.)

6.2 Koehenkilöt

Tutkimukseen rekrytoitiin koehenkilöitä aluksi sosiaalisen median kautta sekä myöhemmässä vaiheessa myös testauspaikan Reebok CrossFit 33100 -salin (Tampere) käyttäjäkunnasta. Alun perin tutkittavia oli 29, mutta henkilökohtaisista syistä lopulta kuusi koehenkilöä jättäytyi pois tutkimuksesta ennen mittauksia. Mittaukset tehtiin 23 henkilölle. Tutkimuksen koehenkilöillä oli hyvin erilaiset liikunnalliset taustat, joukossa oli kuntoilukujia sekä urheilijoita eri lajeista kuten painonnosto, jalkapallo ja CrossFit. Koehenkilöistä 16 oli naisia ja 7 miehiä. Taulukossa 2 on kuvattu testihenkilöiden taustatietoja.

TAULUKKO 2. Testihenkilöiden ikä, pituus ja paino

Testihenkilöt			
	Ikä	Pituus (cm)	Paino (kg)
Naiset	25,6 ± 4,1	164,8 ± 5,2	62,3 ± 5,5
Miehet	29,4 ± 7,4	179,6 ± 6,1	81,3 ± 8,9

6.3 Testausvälineistö

Kaikki testaukset suoritettiin Reebok CrossFit 33100 -salin tiloissa Tampereella. Käytössä oli The Rogue Bar 2.0 -levytanko (Rogue Fitness, Columbus, OH, USA) sekä Rogue HG 2.0 Bumper Plate -levypainoja (Rogue Fitness). Mittaukset suoritettiin käyttämällä FP4 Force Platform -voimalevyä (HUR Labs, Tampere, Suomi) (kuva 1). Testaukseen käytetty ohjelmisto oli nimeltään Force Platform Software Suite (versio 2.65.4.0, HUR Labs), jonka GDA (General Data Acquisition) -moduulilla keräsimme mitausdatan. Kaikissa mittauksissa data kerättiin Dellin Latitude E5450 kannettavalla tietokoneella (Dell, Round Rock, TX, USA). Polvikulman mittaamiseen käytettiin goniometriä (Kuntoväline Oy, Vantaa, Suomi) (kuva2) ja kyykkysvyvyys vakioitiin asettamalla puinen harjanvarsi mitatun polvikulman vaatimalle korkeudelle säädettävien j-kuppien varaan Roguen Infinity Rig -painonostotelineeseen (Rogue Fitness, Columbus, OH, USA). Lämmittelyyn käytettiin Assault AirBikea (Assault Fitness, CA, USA). Lisäksi suoritukset kuvattiin kahdella kameralla (iPhone 5s, Apple, Cupertino, USA), minkä lisäksi kuvia otettiin kaikista koehenkilöistä järjestelmäkameralla. Tulokset analysoitiin Excel-taulukointiohjelmalla (Microsoft, 2013, Santa Rosa, CA, USA).



Kuva 1. HUR Labs, FP4 Force Platform- voimalevy (HUR Labs 2017)

6.4 Tutkimuksen suunnittelu ja toteutus

Kävimme opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa keskusteluja testattavasta liikkeestä ja päätimme mitata voimantuottoa. Tutkittavana liikkeenä käytetään takakyykkyä, sillä nelipäinen reisilihas ja iso pakaralihas tuottavat eniten absoluuttista lihasvoimaa puhtaasti voiman määrää tarkasteltaessa (Kauranen 2014, 171). Ennen tutkimusta suoritettiin pilot-tutkimus kolmelle henkilölle. Pilotissa pystyimme testaamaan ajankäyttöä, harjoittelemaan tutkimusvälineistön käyttöä ja määrittelemään tutkimuksessa käytetyn taakan suuruuden. Näillä havainnoilla pystyttiin koostamaan toimiva testiprotokolla varsinaista testaamista varten.

Polvikulmaksi standardoitiin 90 astetta (kuva 2), jolloin suoritettava kyykky on puolikyykky (Kyröliänen ym. 2010, 148). Takakyykyn taakaksi valittiin 70 % kehon painosta. Kyseiseen määrittelyyn päädyttiin, koska taakka oli helppo laskea jokaiselle sekä myös tarpeeksi kevyt ja turvallinen paino lajitaustasta ja kunnosta riippumatta. Protokollaan kuului myös tasapainon muunneltu Rombergin testi silmät auki motoristen kuvien mukaisissa asennoissa. Tasapainomittaukset tehtiin aina lämmittelyn ja takakyykkyjen välissä. Lopullisesta työstä rajattiin tasapaino-osa pois sen laajuuden vuoksi.



KUVA 2. Polvikulman mittaus

Tutkimuksen mittaukset toteutettiin Tampereella Reebok CrossFit 33100 -salilla. Testausympäristö (kuva 3) aseteltiin jokaisena tutkimuskertana samaan paikkaan mahdollisimman muuttumattomana. Voimalevy kalibroitiin valmistajan ohjeiden mukaisesti jokaisella tutkimuskerralla ennen testauksien aloittamista. Tutkimuksen kaikki osa-alueet pyrittiin tekemään koehenkilölle samana päivänä, mutta aikataulusyistä kahdeksan koehenkilöä kävi Spinacorin testattavana myöhemmin kuin varsinaisena tutkimuspäivänä. Tutkimus koostui kolmesta osa-alueesta: muunnellusta Rombergin testistä, takakyykyn suorittamisesta sekä Spinacorin omasta sensomotorisen profiilin kartoittamisesta.



KUVA 3. Testausympäristö

Tutkimukseen osallistuville lähetettiin sähköpostilla koehenkilötiedotteet (liite 1) siitä, miten tutkimusta edeltävinä päivinä sekä tutkimuspäivänä tulee toimia. Testihenkilöille lähetettiin myös esitietolomake täytettäväksi etukäteen. Lomakkeella (liite 2) selvitettiin testihenkilöiden loukkaantumishistoriaa sekä muita esitietoja, kuten ikää, pituutta ja painoa.

Tutkimuksen toteutukseen oli varattu 30 minuuttia tutkimushenkilöä kohden. Tähän sisältyi lämmittely, tasapainotesti, kyykkyyen valmistautuminen sekä testaus. Tutkimusai-koja hallittiin jakamalla kaikille tutkimukseen osallistujille sähköinen ajanvarauskalen-teri, josta testattavat valitsivat itselleen sopivan ajankohdan. Lämmittelyn kaikki koehen-kilöt suorittivat samalla tavalla. Ensin koehenkilöt polkivat Assault AirBike- pyörää viisi minuuttia, jonka jälkeen he saivat suorittaa halutessaan vapaavalintaisen verryttelyn sekä yhden kolmen kyykyn sarjan tangolla, johon lastattiin 40 % testattavan kehon painosta.

Lämmittelyn aikana testattava henkilö arpoi motoristen kuvien testausjärjestyksen nosta-malla arvontahatusta yksitellen paperille kirjoitetut motoriset kuvat. Samaa arvottua jär-jestystä käytettiin sekä tasapainotestissä että takakyykyn voimantuoton testaamisessa. Sensomotorisen profiilin motorisen kuvan testaaminen suoritettiin koehenkilöille suori-tusten jälkeen, jotta oman oikean motorisen kuvan tietäminen ei vaikuttaisi suoritukseen. Kaikkia suorituksia ohjattiin samoilla sanoilla ja mahdollisimman samalla äänen voimak-kuudella. Testihenkilöitä kannustettiin suorituksiin samoilla tavoin. Tutkimustilanteet vi-deoitiin jälkikäteen tarkastettaviksi.

Muunnellussa Rombergin testissä testattava seiso HUR Labsin tasapainolevyn päällä kaikissa neljässä eri motorisen kuvan mukaisessa asennossa (taulukko 1). Yksi mittaus kesti 30 sekuntia ja mittausten välille jätettiin 30-60 sekuntia taukoa. Tasapaino-osaa ei käsitellä tässä opinnäytetyössä sen laajuuden vuoksi. Tasapaino-osan raakadata säilytet-tiin mahdollista jatkoanalyysiä varten.

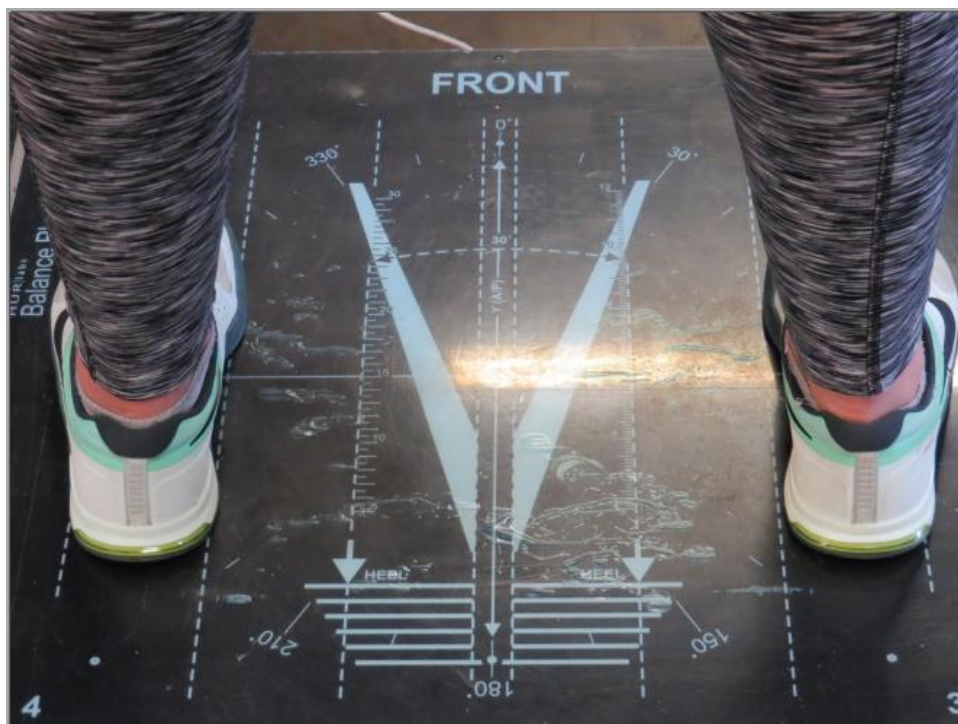
Takakyykkytestissä jokainen koehenkilö sai suorittaa tutkimuspainolla (70 % kehonpai-nosta) yhden kolmen toiston testisarjan. Tällä pyrittiin tekemään testisuoritus ja testaajan ohjeistus tutuksi. Jokainen koehenkilö suoritti kolmen kyykyn sarjan voimalevyn päällä, neljän eri motorisen kuvan mukaisesti (D, G, C, R, taulukko 1) arvotussa järjestyksessään. Koehenkilöitä ohjeistettiin suorittamaan jokainen toisto mahdollisimman räjähtävästi. Voimalevyn GDA -moduulilla mitattiin jokaisen suorituksen alustaan tuottama voima. Kyykkysarjojen välillä oli noin 1-1,5 minuutin tauko, jonka aikana koehenkilö sai astua voimalevyltä alas ja jonka aikana uusi suoritusasento ohjeistettiin. Ohjeistus eri motoris-ten kuvien mukaisiin asentoihin oli jokaiselle koehenkilölle sama ja ohjeistusta antava testaaja tarvittaessa korjasi manuaalisesti jalkojen asennon oikeaksi. Kaikkia koehenki-löitä ohjeistettiin pitämään ohjattu jalkojen, silmien ja leuan asento koko suorituksen ajan.

Viimeisenä koehenkilöiltä testattiin sensomotorisen metodin motorinen kuva (G, D, C, R), jonka suoritti sensomotorisen metodin erityisasiantuntija. Motoristen kuvien testaus tehtiin käyttämällä Spinacorin omaa testipatteristoa. Tieto koehenkilöiden testatusta motorisesta kuvasta (G, D, C, R) saatiin vasta kyykkysuoritusten jälkeen. Kyykkytulosten raakadata siirrettiin Force Platform- ohjelmasta Excel-taulukkoon ja analysoitiin. Dataa verrattiin koehenkilöiden motorisiin kuviin ja koordinaatiotyyppeihin.

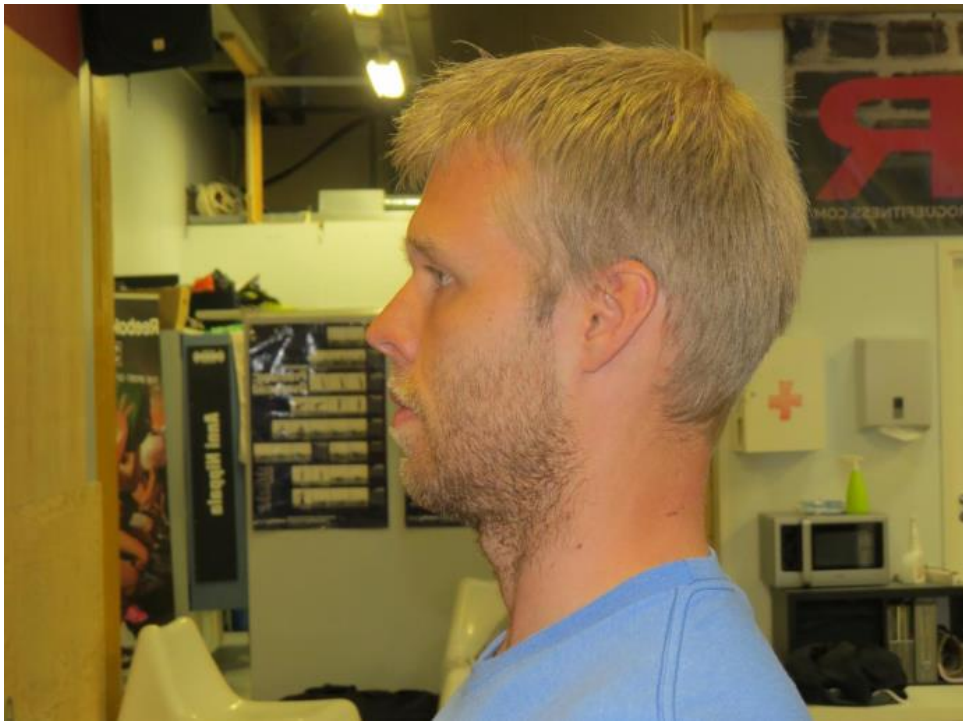
6.4.1 Standardoidut testiasennot

Ohjeistus eri motoristen kuvien mukaisiin asentoihin annettiin suullisesti ja oli jokaiselle koehenkilölle sama. Testaaja korjasi tarvittaessa manuaalisesti jalkojen asennon testattavan motorisen kuvan mukaiseksi (taulukko 1). Kaikkia koehenkilöitä muistutettiin pitämään ohjattu jalkojen, silmien ja leuan asento koko suorituksen ajan. Jalkojen ja pään asennot ovat kuvattuna kuvissa 4-11.

D-profiilin (distal) ohjeistus: Aseta jalat varpaat eteenpäin uloimpien viivojen väliin, leuka hieman ylhäällä ja katse suoraan eteenpäin.



KUVA 4. D-profiilin jalkojen asento



KUVA 5. D-profiilin katse ja leuan asento

G-profiilin (global) ohjeistus: Aseta varpaat ulospäin, isovarpaat uloimmalle viivalle, leuka ylhäällä ja katse seinän ja lattian väliin.



KUVA 6. G-profiilin jalkojen asento



KUVA 7. G-profiilin katse ja leuan asento

C-profiilin (conceptual) ohjeistus: Aseta oikean jalan varpaat ulospäin, isovarvas uloim-
malle viivalle ja vasemman jalan varpaat suoraan eteenpäin, jalkaterä uloimpien viivojen
välissä. Leuka alas ja katse suoraan eteenpäin, katse ikään kuin kulmien läpi.

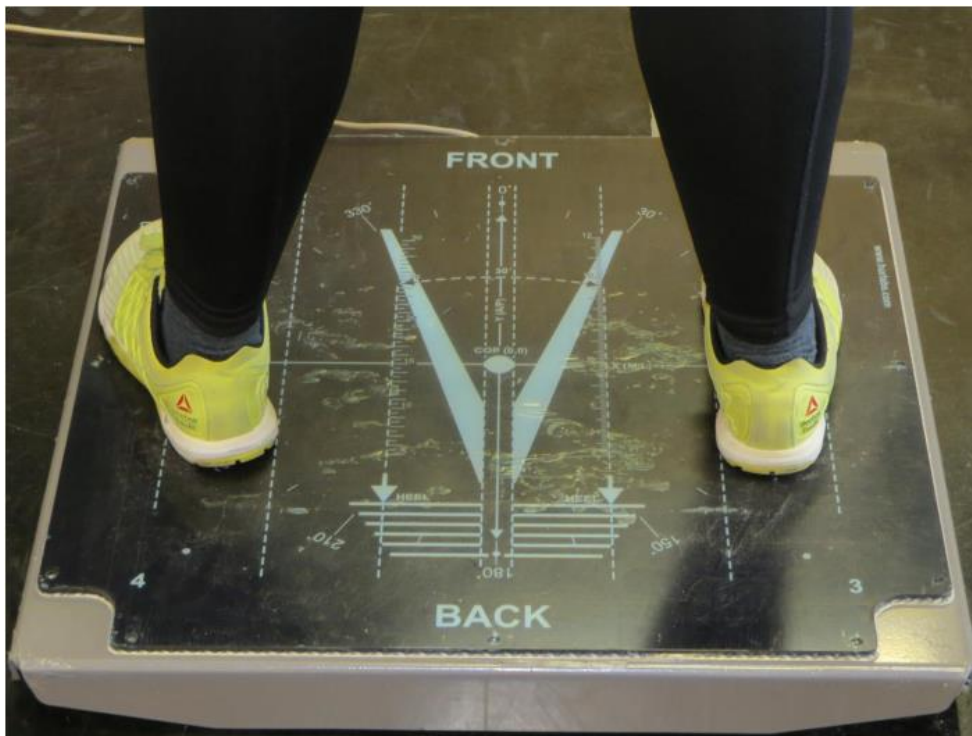


KUVA 8. C-profiilin jalkojen asento

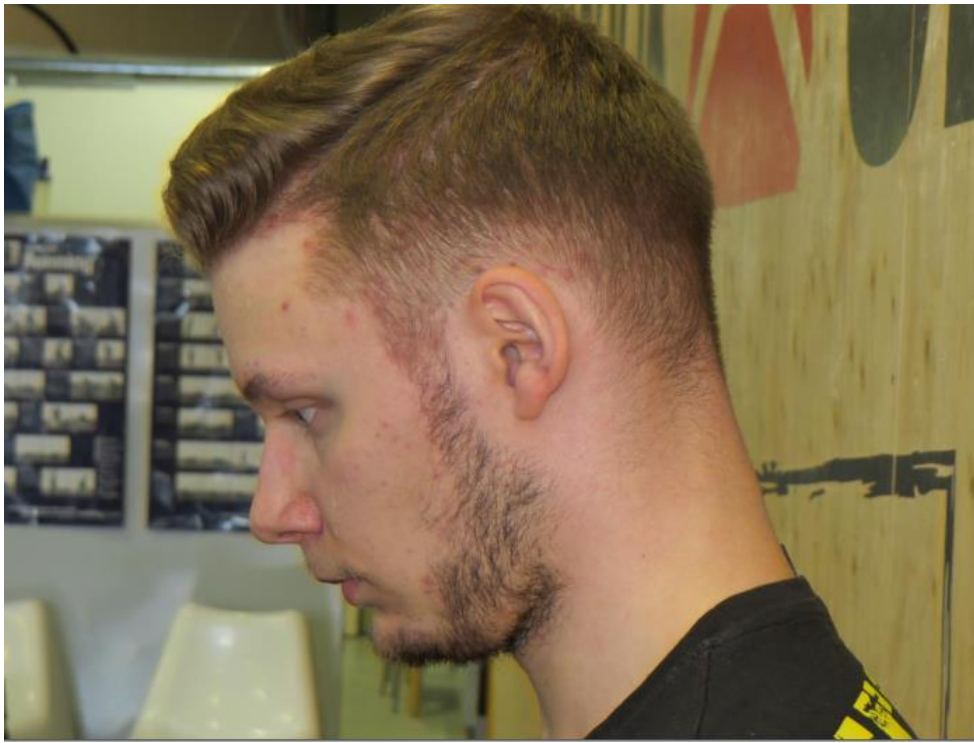


KUVA 9. C-profiilin katse ja leuan asento

R-profiilin (rhythmic) ohjeistus: Aseta vasemman jalan varpaat ulospäin, isovarvas uloimmalle viivalle ja oikean jalan varpaat suoraan eteenpäin, jalkaterä uloimpien viivojen välissä. Leuka rennosti alas ja katse lattian ja seinän väliin.



KUVA 10. R-profiilin jalkojen asento



KUVA 11. R-profilin katse ja leuan asento

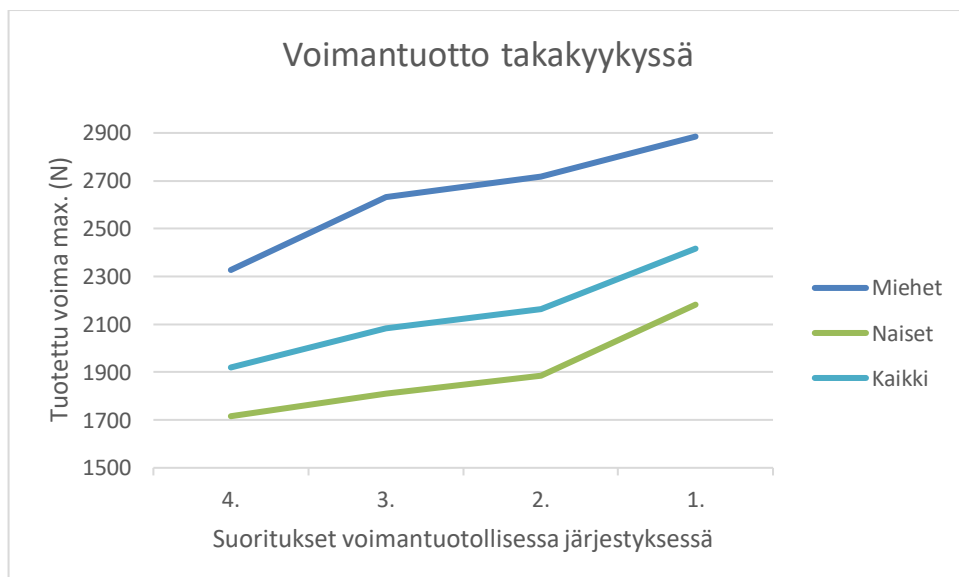
7 TULOKSET

Tuloksia analysoitiin 21 koehenkilön kohdalla. Tulokset osoittivat, että voimantuotossa voidaan havaita eroja eri motoristen kuvien suoritustekniikoiden välillä. Taulukosta 3 nähdään koehenkilöiden takakyykyssä tuotetun voiman keskiarvot Newtonina (N) huonoimmasta suorituksesta parhaimpaan järjestettynä. Huonoin suoritus on sijalla neljä, seuraavaksi paras sijalla kolme ja niin edelleen. Testitilanteessa voimantuotollisesti paras suoritus saattoi tapahtua missä suorituskohdassa tahansa.

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden suoritusten väliset erot voimantuotollisesti huonoimmasta parhaimpaan

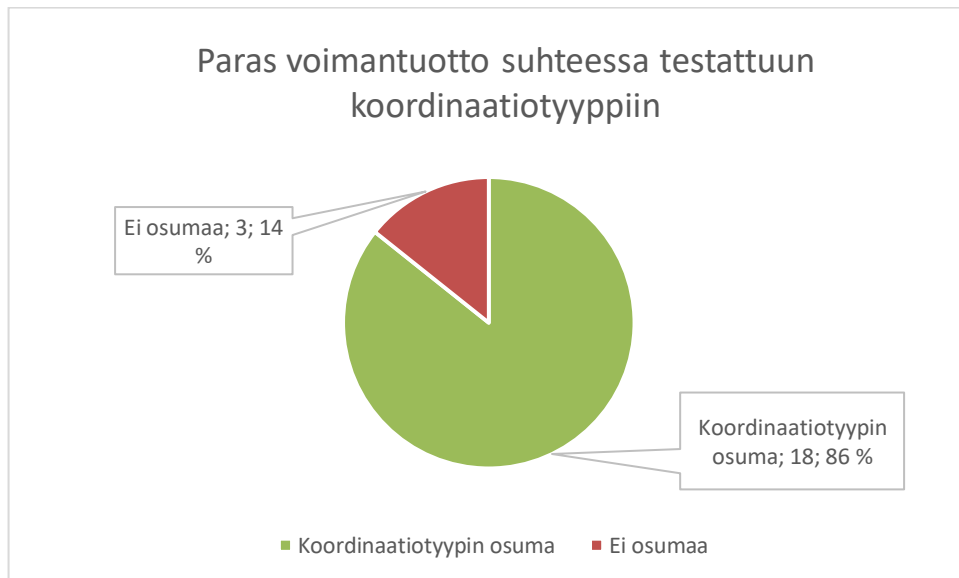
Maksimaalinen voimantuotto (N)					
		4.	3.	2.	1.
Miehet	keskiarvo	2327±1078	2633±1044	2716±1055	2885±1007
	mediaani	1787	2326	2605	2869
Naiset	keskiarvo	1716±245	1810±281	1886±278	2182±504
	mediaani	1646	1704	1819	2047
Kaikki	keskiarvo	1919±714	2084±753	2163±759	2416±785
	mediaani	1752	1820	1868	2192

Kuviossa 7 on esitetty taulukon arvot havainnollistavammassa muodossa. Kuviosta voidaan todeta, että miehet tuottivat keskimäärin enemmän voimaa kuin naiset.



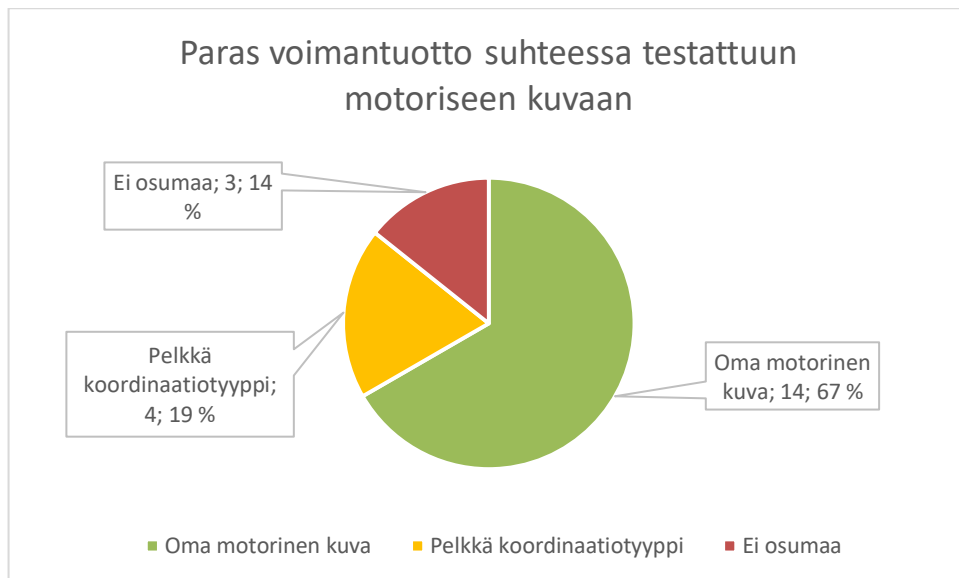
KUVIO 7. Takakyykyyn voimantuoton kuvaaja.

Voimantuoton testaamisen lisäksi testihenkilöiltä testattiin jälkikäteen sensomotoriikan metodin mukainen motorinen kuva. Motorisista kuvista C ja R kuuluvat koordinaatiotyyppiin walking from the top (WT) ja D sekä G tyyppiin walking from the bottom (WB). 18/21 eli lähes 86 % suoritti voimantuotollisesti parhaan takakykyyn oman koordinaatiotyyppinsä motorisessa kuvassa (kuvio 8).



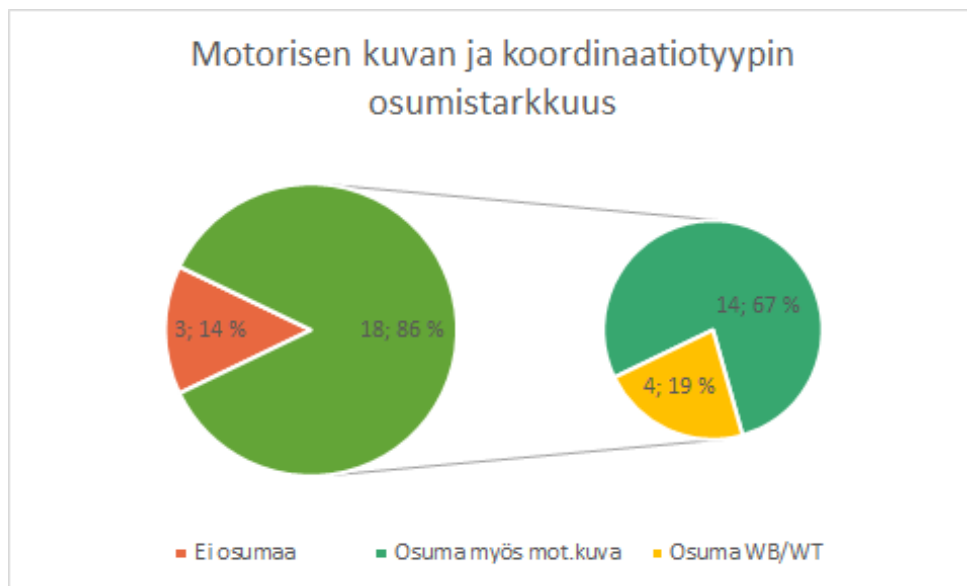
KUVIO 8. Koehenkilöiden jakauma osuneen koordinaatiotyyppiin mukaan

Koordinaatiotyyppiin eli sen onko yksilö walking from the top (WT) vai bottom (WB), voidaan päätellä näkyvän selvästi voimantuotossa. Vain kolmella henkilöllä parhaan voimantuoton takakyky oli eri kuin testattu koordinaatiotyyppi. Tällöin myöskään oma motorinen kuva ei tuottanut suurinta voimaa. Kaikista testatuista parhaan voimantuotollisen takakykyyn suoritti omassa motorisessa kuvassaan 14 koehenkilöä eli 67 % koehenkilöistä (kuvio 9).



KUVIO 9. Koehenkilöiden jakauma osuneen motorisen kuvan mukaan

Kuvio 10 havainnollistaa sensomotorisen testauksen osumatarkkuutta suhteessa parhaaseen suoritettuun takakykyyn. Testatuista 21 henkilöstä 18 suoritti parhaan voimantuotollisen takakykyyn oman koordinaatiotyyppinsä mukaisesti, joista edelleen 14 suorittivat sen oman testatun motorisen kuvansa mukaisesti (taulukko 1).



KUVIO 10. Motorisen kuvan sekä koordinaatiotyypin osumat samassa kuviossa

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tuloksista käy ilmi, että sensomotorisen metodin käyttämät motoriset kuvat vaikuttavat takakyykyssä tuotettuun voimaan. Neljällä eri tyylillä suoritettujen kyykyjen tuloksissa oli voimantuotollisesti suuriakin eroja. Tulokset haastavat voimakkaasti yleisen käsityksen voimantuotosta. Oman kokemuksemme mukaan esimerkiksi valmentajat suosivat voimaliikkeissä, kuten takakyykyssä yhtä biomekaanista mallia ja opettavat sitä kaikille valmennettavilleen. Tuloksista voidaan päätellä, että paras voimantuotto voidaan saavuttaa erilaisilla kyykyn variaatioilla.

Tarkasteltaessa koordinaatiotyyppjä eli walking from the top (WT, motoriset kuvat C ja R) ja walking from the bottom (WB, motoriset kuvat D ja G) (taulukko 1) yhteneväisyys parhaaseen voimantuotolliseen takakyykyyn oli 86 %. Kahdeksastatoista koordinaatiotyyppin osumasta neljätoista eli 67 % osui myös suoraan tarkempaan testattuun motoriseen kuvaan (C, R, D tai G). Voidaan siis todeta, että omassa koordinaatiotyyppissä sekä motorisessa kuvassa toimiminen parantaa suorituksen voimantuottoa.

9 POHDINTA

Jokaisen testihenkilön kohdalla voitiin määritellä selkeästi paras voimantuotollinen nostotekniikka. Tuloksiin ei voinut vaikuttaa suorituksista johtunut mahdollinen lihasväsymys arvotun järjestyksen vuoksi. Näyttää siltä, että suurimman voimantuoton tuottava motorinen profiili on yksilöllisesti määritettävissä. Suurin voimantuotto saattoi toteutua missä tahansa suoritusjärjestyksen kohdassa ja millä tahansa motorisella kuvalla. Parhaan voimantuoton tuottaneita suorituksia löydettiin kaikista neljästä motorisen kuvan profiilista. Testihenkilöiden suorituksia ei voida eikä ole syytä vertailla keskenään, koska jokaisen motorinen kuva on yksilöllinen. Jokainen henkilö toimi vertailuryhmänä toisilleen.

Tulosten perusteella voidaan olettaa, että takakyykkyä suoritettaessa merkitystä on ainakin leuan asennolla. WT-tyypin ihmiset tuottavat voimaa enemmän pitäessään leuan alhaalla ja WB-tyyppiä taas suosii pystympi leuan asento. Tuloksen perusteella katseen kohdistus ja jalkojen asento vaikuttavat myös selvästi takakyykyn voimantuottoon yleistä käsitystä enemmän. Mittausten perusteella ei voida sanoa vaikuttaako toinen tekijä suoritukseen enemmän vai onko kyseessä kenties yhteisvaikutus.

Mielenkiintoinen havainto oli, että motorisen kuvan D-tyyppejä oli testattavista sensomotorisen testauksen mukaan vain kolme koko testattavasta joukosta. D on motorisista kuvista oppikirjan ja yleisen käsityksen mukainen, jossa suorituksen aikana jalkaterät tulisi osoittaa suoraan eteenpäin ja leuka tulisi pitää ylhäällä. 3/21 eli 14 % vaikuttaa pieneltä luvulta, mutta suhteellisen pienen testijoukkoon on voinut valikoitua vain sattumalta vähän D-tyypiksi testattuja henkilöitä. Mielenkiintoista oli myös se, että niillä kolmella, joiden voimantuotollisesti paras takakyykky ei ollut suoritettu oman koordinaatio-tyypin mukaan, havaittiin selkeä puoliero lonkankoukistajan isometrisessä testissä. Lonkankoukistajan isometrisen voiman testaus tehtiin osana sensomotorista testausta kyykky-suoritusten jälkeen. Alaraajan voimantuoton puolieron on havaittu johtuvan useimmiten hermoston toiminnasta eikä niinkään raajojen välisestä erosta (Simon & Ferris 2008). Havaittu puoliero voi merkitä poikkeavaa hermoston toimintaa, jolloin näissä tapauksissa tulokset eivät ehkä ole luotettavia.

Tulosten perusteella voidaan olettaa, että yleisesti hyväksytty kyykyn suoritustekniikka ei välttämättä ole kaikille tehokkain tapa suorittaa kyseistä liikettä. Vaikuttavia yksilöllisiä tekijöitä saattaa olla hermoston toiminnan tasolla useita.

9.1 Reliabiliteetti ja validiteetti

Tutkimuksessa tuli ottaa huomioon useita muuttuvia tekijöitä. Mittauksissa vakioitiin mahdollisimman monta tekijää ja jokaisella mittauskerralla noudatettiin tutkimusprotokollaa tarkasti. Testattavia henkilöitä otettiin testaukseen enintään neljä peräkkäin, jonka jälkeen pidettiin tauko. Tauottamalla testaamista järkevästi pystyttiin pitämään myös testattajien keskittyyneisyyden taso riittävän korkealla.

Kaikille koehenkilöille jaettiin valmistautumisohjeet koehenkilötiedotteen (liite 1) muodossa. Koehenkilötiedote jaettiin kaikille koehenkilöille vähintään viikkoa ennen tutkimuspäivää ja oletettiin, että henkilöt ovat sitoutumalla tutkimukseen suostuneet myös noudattamaan ohjeita. Kaikki koehenkilöt saivat tarvittavan sekä yhtäläisen ohjeistuksen tutkimukseen osallistumisesta. Kuitenkin ohjeiden noudattamista koetilanteen ulkopuolella on vaikeaa kontrolloida.

Koehenkilöiden suoritukset videoitiin kahdella kameralla ja ne tarkistettiin jälkeinpäin. Näiden tarkistusten pohjalta hylkäsimme kaksi tulosta, sillä suoritukset eivät olleet ohjeistusten mukaiset. Näissä tapauksissa yhdessä jalkojen asento liikkui suorituksen aikana ja yhdessä leuan asento ja katse eivät olleet ohjeistuksen mukaisia. Näitä muutoksia suoritusten aikana voidaan mahdollisesti selittää sillä, että ihminen hakeutuu liikkeessaan luonnostaan oman motorisen profiilinsa mukaisiin asentoihin, eikä kykene ylläpitämään niin sanottua vierasta asentoa. Koska asennot eivät olleet ohjeistuksen mukaisia, jouduimme sulkemaan nämä mittaukset lopullisten tulosten ulkopuolelle.

Testiympäristönä toimi Reebok CrossFit 33100 -sali. Testiympäristö pyrittiin rauhoittamaan, jotta jokaisella testattavalla olisi ollut yhtäläinen rauha suorittaa tutkimusta, mutta testiympäristön häiriötekijät ovat voineet vaikuttaa testituloksiin. Salin asiakkaiden harjoittelusta johtunutta painojen kolinaa ei pystytty kontrolloimaan täysin.

Kyykkypaikka ja testausympäristö (kuva 9) rakennettiin jokaisena mittauskertana samalla tavalla. Voimalevy aseteltiin aina samaan kohtaan tangon paikkaan nähden. Levyn paikka merkittiin lattiaan teipillä. Tarvittaessa voimalevyä siirrettiin koehenkilön tarpeiden ja mittasuhteiden mukaan. Eniten kyykkypaikassa vaikeuksia koehenkilöille aiheutti levytangon nostaminen hartioille peruuttaen. Varsinkin paljon kyykkyä tekevät koehenkilöt joutuivat hieman totuttelemaan tähän poikkeavaan tapaan. Tavallisesti nostoyrityksessä tanko nostetaan hartioille edestä astuen. Huomioitavaa on se, että tangon hartioille nostamisen jälkeen kului muutamia sekunteja kyykkyasennon hakemiseen (jalan ja leuan asennot) ja tämä on saattanut väsyttää koehenkilöä jo ennen suoritusta.

Polvikulma pyrittiin standardoimaan 90 asteen kulmaan asettamalla keppi koehenkilön taakse oikealle korkeudelle. Polvikulma mitattiin ennen kyykkysuorituksia goniometrillä. Puinen keppi oli polvikulman standardoimiseen hyvä väline, sillä se salli pienen jouston. Samalla keppi oli kuitenkin tarpeeksi jäykkä kosketuksen tuntemiseen. Kuminauhan käyttöä mietittiin ja päätös oli, että kuminauha joustaisi liikaa. Säädetävät j-kupit mahdollistivat jäykemmän kepin käytön, sillä keppi saatiin aina oikealle korkeudelle. Koehenkilöitä ohjeistettiin nousemaan ylös vasta, kun osuu keppiin ja kuulee suullisen ohjeistuksen nousta ylös. Jokainen toisto kehoitettiin suorittamaan yhtä räjähtävästi. Muutaman testattavan kohdalla keppi pääsi hieman taipumaan, mutta videoilta tarkasteltuna suurta vaihtelua ei kyykkysten suorittamisessa ollut ja vähintään polvikulma 90 astetta toteutui joka toistolla.

Suoritusohjeet oli kirjattu paperille, josta testajaan oli helppo antaa yhteneväinen ohjeistus jokaiselle koehenkilölle. Ohjeistuksesta huolimatta koehenkilöillä saattoi suorituksen aikana leuan asento tai katse hieman muuttua. Tämä on saattanut vaikuttaa voimantuottoon, mutta tällaiset asentomuutokset pyrittiin pitämään minimissä vahvalla suullisella ohjeistamisella. Lisäksi molemmat tutkimuksen tekijät tarkkailivat koehenkilöiden asentoja ja ohjeistivat tarvittaessa. Epäselvät suoritukset pystyttiin tarkastamaan videolta. Räjähtävästi suoritettujen kyykkysarjojen aikana koehenkilöllä saattoivat jalat irrota hieman alustasta ja sen vuoksi jalkojen asentoa piti korjata toistojen välillä. Tämä vaikutti ennen kaikkea kyykkysarjojen pituuden vaihteluun. Siirtynyt jalkojen asento korjattiin ja kaikilta koehenkilöiltä vaadittiin, että jokainen toisto tehdään ohjeistuksen mukaisesti.

Suurimmalla osalla koehenkilöistä on jonkinlainen urheilulajitausta. Lajikohtainen harjoittelu on saattanut vaikuttaa siihen, että koehenkilöllä on kehollisia epätasapainotiloja,

lihaskireyksiä tai liikkuvuusongelmia. Esitietolomakkeella kysyttiin testihenkilöiden vammataustasta ja vaivoista viimeisten kuuden kuukauden aikana. Tällä pyrittiin sulkemaan pois esimerkiksi kaikista suurimmat voimantuotolliset puolierot leikkausten tai nyrjähdysten jäljiltä. Kuitenkin aiemmat murtumat tai muut vammat ovat voineet vaikuttaa kyykköjen suorittamiseen sekä vaikeuttaa kyykyn suorittamista tutkimuksessa vaadituilla tyyeillä. Lisäksi pitkä harjoittelutausta esimerkiksi voimaharjoittelun parissa opetellulla tekniikalla saattoi myös hieman vääristää suoritusten eroja. Opetellusta pois oppiminen kestää oman aikansa.

Kyykkytuloksiin on voinut vaikuttaa myös koehenkilöiden mahdollinen jännitys tilanteessa, varsinkin ensimmäisissä toistoissa. Lisäksi muut psyykkiset tekijät ja keskittyminen suoritukseen ovat voineet vaikuttaa kyykkytuloksiin. Testaukset suoritettiin suurimmaksi osaksi kello 8:00–16:00 välisenä aikana. Suurin osa mittauksista suoritettiin arkipäivänä. Osa tuli tutkimustilanteeseen viikon- ja kellonaikana, jolloin ei välttämättä ole ollut paras mahdollinen hetki voimasuoritukselle. Koehenkilöistä osa olisi saattanut tuottaa enemmän voimaa erilaisessa vireystilassa, mutta tämän tutkimuksen kannalta sillä ei ollut merkitystä. Tärkeintä oli, että koehenkilön kaikki kyykkysarjat tehtiin maksimaalisen räjähtävästi sen päivän tilanteen mukaisesti. Tutkimuksessa ei haettu yksinomaan koehenkilön henkilökohtaista parasta tulosta voimantuotollisesti vaan mahdollisimman räjähtävää suoritusta sekä mahdollisimman tasaista voimaponnistusta kaikissa toistoissa.

9.2 Jatkoimenpiteet

Mielestämme tämän opinnäytetyön tutkimustulosten sekä mahdollisten jatkotutkimusten myötä olisi hyvä pohtia metodin käytettävyyttä fysioterapiassa sekä kuntoutuksessa. Olsivatko sensomotorisen metodin keinot siirrettävissä fysioterapiaan, esimerkiksi aivoverenkiertohäiriöpotilaiden kuntoutukseen? Jo tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan sanoa, että omassa motorisessa kuvassa ja koordinaatiotyypissä toimiminen tuottaa enemmän voimaa. On syytä tutkia, voidaanko sensomotorista metodia käyttää kuntoutuksessa ja saavuttaa tuloksia nopeammin tai saavuttaa parempia lopputuloksia vaikkapa aikarajoitteisella kuntoutusjaksolla? Yksilön hermoston toiminnan tunteminen tarjoaa yksilölle entistä parempaa fysioterapiaa ja tuloksia.

Tämän opinnäytetyön tutkimuksen aikana meille tuli mieleen useita jatkotutkimusaiheita. Tutkimuksen perusteella voidaan nähdä, että eri motoristen kuvien mukaisesti suoritettut kyykyt eroavat toisistaan voimantuotollisesti. Tuloksilla on valtavan laaja käyttöpotentiaali urheilun ja valmennuksen kentässä. Urheilijoiden harjoittelun yksilöiminen voidaan nostaa uudelle tasolle käyttäen sensomotorista metodia. Jatkossa voitaisiin tutkia, miten oman motorisen profiilin huomioiminen harjoittelussa vaikuttaa suorituskykyyn. Pitkäaikaisseuranta voisi tuoda erittäin mielenkiintoista lisätietoa. Tuottaako oman motorisen kuvan mukainen harjoittelu tuloksia nopeammin? Voiko oman motorisen kuvan mukaisella harjoittelulla vähentää loukkaantumisia? Voidaanko motoriselle kuvalle ominaisilla piirteillä, kuten leuan asennolla, tuottaa samankaltaisia tuloksia myös muissa liikkeissä, kuten esimerkiksi pystypunnerruksessa? Miten vaikuttavat suorituskykyyn sensomotorisen metodin syvemmät ulottuvuudet, kuten tiedostamattomat vaikuttimet ja voidaanko niillä vaikuttaa suoraan suorituskykyyn? Jatkotutkimukset voivat muuttaa liikkeiden kuten takakyykyyn suoritustekniikan opetuksen aina kirjallisuudesta lähtien.

9.3 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöprosessi kaiken kaikkiaan alkoi jo vuonna 2016, mutta aiheemme haki muotoaan melko pitkään. Saimme Spinacorilta lopullisen aiheemme vuoden 2017 alkupuolella. Senkin jälkeen haimme yhteistyössä lopullisia tutkimuskysymyksiä sekä keinoja tutkimuksen toteuttamiseen melko pitkään. Pääsimme suunnittelemaan opinnäytetyön toteutusta keväällä ja tutkimuspilotti tehtiin toukokuun alkupuolella.

Opinnäytetyöprosessin aikana kohtasimme useita haasteita. Oli ongelmallista löytää sopivat tilat tämän kokoluokan tutkimukseen. Tarvitsimme paljon välineitä, kuten kyykkypaikan, levytankoja, -painoja, pöytätasoja, lämmittelylaitteita ja tilaa toteuttaa protokollan mukainen tutkimus. Lisäksi tilan ja välineiden tuli olla meille ilmaisia. Saatuamme Reebok CrossFit 33100 -salin tilat käyttöömmme, tuli meidän suunnitella testiajat tarkkaan, jotta salin päivittäinen tuntikalenteri häiriintyisi testauksista mahdollisimman vähän. Haluammekin kiittää salin omistajia ymmärryksestä sekä testipaikan ja välineiden luovuttamisesta käyttöömmme.

Alusta asti oli selvää, että kolmenkymmenen testattavan tavoite oli lukumääränä erittäin kunnianhimoinen. Oli hyvä, että tavoitemäärä oli korkea ja saimme lopulta tarpeeksi laajan joukon testattua peruutuksista huolimatta. Jouduimme käyttämään pelkästään tiedottamisen ja ajanvarauksen suunniteluun yllättävän paljon tunteja. Löysimme kuitenkin toimivan keinon hallinnoida kaikkien henkilöiden varaamia aikoja sekä omaan tutkimusosioomme, että Spinacorin suorittamaan testaukseen. Meidän piti myös lisätä testien edessä testipäiviä, jotta saimme mahdollisimman monta koehenkilöksi ilmoittautunutta testattua. Alkuperäiset testipäivät osuivat touko-kesäkuun vaihteeseen, jolloin lomien ja kesälomien alkaminen sekoittivat aikatauluja. Osa testattavista henkilöistä kävi tutkimuksen aikana päivätyössä, joten valtaosa testiajoista oli heidän päivärytminsä ulottumattomissa. Lopulta saimme kuitenkin aina sovittua tapaamiset ja tutkimuspäivät kaikille sopivalla tavalla.

Testaaminen alkoi sujua alun jälkeen rutiininomaisesti, mutta tauotus piti tarkkaavaisuuden riittävällä tasolla. Välineet ja testiympäristö olivat meille ennestään tuttuja ja pystyimme toimimaan testitilanteissa luonnollisesti. Testaustilanteet menivät, kuten olimme suunnitelleet ja pysyimme aikataulussa jokaisella testikerralla. Erityisen suuri apu oli etukäteen tehdystä pilotista, jossa pystyimme testaamaan protokollan toimivuutta oikeilla henkilöillä.

Prosessissa eniten aikaa vei teorian tiedon kokoaminen. Aiheen rajaaminen tuotti vaikeuksia tiedon määrän ollessa valtava. Jouduimme pitkään miettimään myös aiheeseen syvennymisen rajaamista. Aiheen vähäinen julkaistu tutkimustieto ohjasi meidät laajentamaan hakukriteereitä muun muassa hollannin-, ranskan- ja espanjankielisiin teoksiin. Koska kielitaitoa ei meillä ollut ennestään, meni käännöstyöhön paljon aikaa. Euroopassa ja USA:ssa metodi on ollut käytössä jo pidempään ja luultavasti aiheesta on tehty myös tutkimusta suurseurojen, kuten Barcelonan sekä joidenkin valtioiden huippu-urheilun yksiköissä. Tiedot eivät ole kuitenkaan julkisia urheilun kilpailuasetelman vuoksi. Vertaisarvioitujen julkaisujen puute turhautti meitä hieman, mutta tämä kuitenkin lisää mielestämme opinnäytetyössämme tehdyn tutkimuksen tulosten tärkeyttä.

Kokonaisuudessaan olemme tyytyväisiä opinnäytetyön tuloksiin ja havaintoihin. Pidämme tuloksia luotettavina ja merkityksellisinä. Toivomme, että tämän opinnäytetyön tulokset herättävät mielenkiintoa tehdä lisää tutkimusta aiheesta.

LÄHTEET

Action Types ®. Luettu 10.7.2017

www.welcome.actiontypes.com

Ayres, A. 2008. Aistimusten aallokossa. Sensorisen integraation häiriö ja terapia. Suom. Tapola, L. Jyväskylä: PS-kustannus.

Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M. & Raastad, T. 2013. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 2133–2142.

Carter, R. 2016. Aivot. Lontoo: Dorling Kindersley Limited.

Dufresne, C. 1998. While Most Athletes Possess Great Physical Skills, It's the Mind That Separates the Best from the Rest: BRAIN MATTERS. *Los Angeles Times*. Luettu 15.8.2017

<http://articles.latimes.com/1998/aug/09/sports/sp-11641>

Gurfinkel, V., Cacciatore, T., Cordo, P., Horak, F., Nutt, J. & Skoss, R. 2006. Postural Muscle Tone in the Body Axis of Healthy Humans. *Journal of Neurophysiology*, 96, 2678–2687.

Fox, S. 2007. *Human Physiology*. New York City: McGraw-Hill Publishing.

Harris, J. *Sensation and Perception*. 2014. Lontoo: SAGE Publications Limited.

Heikkilä, T. 2014. *Tilastollinen tutkimus. 9., uudistettu painos*. Porvoo: Edita Publishing Oy.

Hippolyte, R. & Théraulaz, B. 2010. The Action Types Approach (ATA), an Insight into the Power of Human Preferences. *On the Up. Issue Seven*. 78–81.

Hippolyte, R. & Nguyen, O. 2017. *Deep Motivational Drivers*. H&N Smart Motion, Opintomateriaali.

Hippolyte, R. & Siivonen, M. 2017. *Sensotrainer™ Level 1*. Opintomateriaali.

Hughes, S. 2015. *Who Wants to a Batsman?* Lontoo: Simon & Schuster UK Ltd.

Hulmi, J. 2015. *Lihastohtori – Näyttöön perustuva tietopankki sporttiseen kuntoon*. Fitra Oy.

Häkkinen, K., Kallinen, M. & Keskinen, K.L. 2007. *Kuntotestauksen käsikirja*. Julkaisu nro 161, 2. uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

HUR Labs. 2017. Luettu 6.11.2017.

<http://www.hurlabs.com/balance-trainer-bt4>

Ilmoniemi, R. 2001. *Aivojen rakenne ja toiminta*. BioMag-laboratorio. Helsingin Yliopistollinen keskussairaala. Luentomateriaali. Luettu 12.8.2017.

<https://www.biomag.hus.fi/braincourse/luentomoniste2001.html>

Jaakkola, T. 2016. Taidon oppiminen rakentuu havainnon, toiminnan ja ympäristön vuorovaikutukselle. *Liikunta ja Tiede* 53, 32–39.

Jyväskylän yliopisto. 2015. Kokeellinen tutkimus. Internet-sivut. Luettu 14.7.2017. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/kokeellinen-tutkimus>

Kauranen, K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Julkaisu nro 171. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Julkaisu nro 166. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Korhonen, P. & Mattila, J. 2015. Luustolihasen supistuminen ja energia-aineenvaihdunta. Otavan Opisto. Luettu 22.8.2017.

http://opinnot.internetix.fi/fi/muikku2materiaalit/lukio/bi/bi4/2_ihmisen_rakenteesta/207

Kyröläinen, H. 2010. Nopeusvoima. Teoksessa Kallinen, M. Keskinen, K. L. & Häkkinen, K. (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. Julkaisu nro 161. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura ry, 149–161.

KvantiMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. 2013. Yhteiskuntatieteellinen tietoarasto, Tampere. Sivusto päivitetty 14.5.2013. Luettu 6.11.2017.

<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus>

Lano, A. 2014. Motoriikan kehityshäiriöt. Teoksessa Pihko, H., Haataja, L. & Rantala, H. (toim.) 2014. *Lastenneurologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 59–60.

Leisman, G., Braun-Benjamin, O. & Melillo, R. 2014. Cognitive-motor interactions of the basal ganglia in development. *Front. Syst. Neurosci.* 8:16

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S 2007. *Anatomia + Fysiologia – rakenteesta toimintaan*. 1. painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Lussiana, T. & Gindre, C. 2015. Feel your stride and find your preferred running speed. *Biology Open*. The Company of Biologists.

Lussiana, T., Gindre, C., Herbert-Losier, K. & Mourot, L. 2015. Aerial and Terrestrial Patterns: A Novel Approach to Analyzing Human Running, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart: *International Journal of Sports Medicine*.

Masi, A. & Hannon, J. 2008. Human resting muscle tone (HRMT): Narrative introduction and modern concepts. *Journal of Bodywork Movement Therapies*. Volume 12. Issue 4: 320–332.

Moore, K., Dalley, A. & Agur, A. 2014. *Clinically Oriented Anatomy*. 7th Edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

- Murphy, P. & Douwes, B. 2014. Wat drijft jouw sporter? Luettu 7.8.2017.
<http://www.actiontype.nl/wat-drijft-jouw-sporter/>
- Niednagel, J. 2004. Basketball Success: Genes are the Key, Part 1. FIBA Assist Magazine. 35-36.
- Parfey, K., Gibbons, S., Drinkwater, E. & Behm, D. 2014. Effect of head and limb orientation on trunk muscle activation during abdominal hollowing in chronic low back pain. BMC Musculoskeletal Disorders. 15:52
- Rippetoe, M. 2011. Starting Strength- Basic Barbell Training 3rd Edition. Wichita Falls, Texas: The Aasgaard Company.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2013. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Schmidt, R & Lee, T. 2005. Motor control and learning: a behavioral emphasis. 4th edition. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Schoenfeld, B.J. 2010. Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. Journal of Strength and Conditioning Research 24(12): 3497–3506.
- Shumway-Cook, A & Woollacott, M. 2001. Motor Control: Theory and Practical Applications. 2nd Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Siivonen, M. 2017. Senso Reflex Expert TM -koulutusmateriaali.
- Soinila, S. 2011. Kliininen neuroanatomia. Teoksessa Kaste, M., Soinila, S. & Somer, H (toim.). Neurologia. 2.-5. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 12–46.
- Simon, A. & Ferris, D. 2008. Lower limb force and bilateral force asymmetries are based on sense of effort. Experimental Brain Research. 187:129–138.
- Spinacor, 2016. Luettu: 15.3.2017
<https://www.spinacor.com/>
- Starrett, K. & Cordoza, G. 2015. Becoming a Supple Leopard – The Ultimate Guide to Resolving Pain, Preventing Injury, and Optimizing Athletic Performance. 2nd Edition. Las Vegas: Victory Belt Publishing Inc.
- Tortora, G. & Derrickson, B. 2012. Principles of Anatomy & Physiology: Organization, support and Movement, and Control Systems of the Human Body. 13th Edition. International Student Version. Volume 1. New York: Wiley.
- Ylinen, J. 2010. Venytystechnikat – lihas-jännesteemi. Muurame: Medirehabook kustannus Oy.

LIITTEET

Liite 1. Koehenkilötiedote

SENSOMOTORIIKAN MOTORISEN PROFIILIN VAIKUTUKSET TAKAKYYKKYYN SEKÄ TASAPAINOON: KOEHENKILÖTIEDOTE

Esitiedot:

Opinnäytetyöhön osallistuminen on täysin vapaaehtoista, ja mistä tahansa mittauksesta voi kieltäytyä, ilman perusteluja. Odotamme kuitenkin hyvässä hengessä työskentelyä, ymmärtäen mitä tutkimus menettää, mikäli koehenkilö ei ole yhteistyöhaluinen. Ennen testitilanteeseen saapumista koehenkilöiden tulee vastata lähetettyyn esitietolomakkeeseen ja palauttaa tämä testaajille viimeistään testipäivänä. Mikäli koehenkilöllä on lähihistoriassaan rajoittava tuki- ja liikuntaelinvamma, kuten polvi- tai muu kyykyn suorittamista mahdollisesti rajoittava este, tulee hänen siitä ilmoittaa tutkimusten tekijöille (timo.vartiainen@soc.tamk.fi tai lotta.onikki@soc.tamk.fi) ennen testin alkamista. Ennen testiin osallistumista tulee koehenkilöiden tutustua tutkimuksen valmistautumisohjeisiin.

Tutkimuksen kulku:

Koehenkilöt pyritään rekrytoimaan (n=30) toukokuun aikana, ja mittaukset aloittamaan toukokuun loppuun mennessä. Mittauspäivät sovitaan koehenkilöiden kanssa erikseen. Kukin koehenkilö suorittaa lämmittelyn jälkeen takakyykkyjä, joka on 70% koehenkilön painosta. Kyykyt suoritetaan neljällä eri tekniikalla. Kyykyjen lisäksi koehenkilöiltä testataan tasapainoa. Kaikki mittaukset toteutetaan voimalevyllä Reebok 33100 CrossFit-salilla, osoitteessa Pirkankatu 37. Mittaukset on tavoitteena saada päätökseen kesäkuun alkupuolella.

Testeihin valmistautuminen:

Koehenkilöiden tulee pyrkiä välttämään raskasta fyysistä aktiivisuutta 48h tuntia ennen kuormitusta, sekä välttää kofeiinia 3 tuntia ennen testiä. Lisäksi koehenkilöiden tulee välttää alkoholin nauttimista 48h tuntia ennen testiä. Varustuksen tulee olla kuntosalille sopiva. Salilla on mahdollista peseytyä, joten ota halutessasi peseytymisvälineet mukaan.

Aineiston käsittely:

Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja tutkimuksen voi lopettaa missä vaiheessa tahansa. Mikäli koehenkilö keskeyttää tutkimuksen, voidaan hänestä kerättyä dataa kuitenkin käyttää tutkimustuloksissa. Tutkimuksen järjestelyt ja tulosten raportointi ovat luottamuksellisia. Tutkimuksesta saatavat tiedot tulevat ainoastaan tutkittavan ja tutkijaryhmän käyttöön ja tulokset julkaistaan tutkimusraporteissa siten, että yksittäistä tutkittavaa ei voida tunnistaa. Tutkimuksesta saatavaa informaatiota voidaan käyttää myöhemmin osana muuta tutkimusta.

Liite 2. Esitietolomake

ESITIETOLOMAKE

Nimi: _____		
Ikä: _____	Paino: _____	Pituus: _____
Puh: _____		Sähköposti: _____

Onko sinulla esiintynyt joitakin seuraavista oireista viimeisen 6 kk:n aikana?

- Onko sinulla esiintynyt liikkumista haittaavia selkäkipuja? Ei Kyllä En osaa sanoa
- Onko sinulla esiintynyt liikkumista haittaavia nivelkipuja? Ei Kyllä En osaa sanoa
- Onko sinulta leikattu jokin seuraavista? Lonkka Polvi Nilkka Jokin muu, mikä? _____
- Milloin leikkaus on tehty (kk/vvvv)? _____
- Haittaako se liikkumistasi? Ei Kyllä En osaa sanoa
- Jos, niin miten? _____

Kuntoliikunnan määrä:

- Ei lainkaan Satunnaisesti 1-2 krt/vko 3-4krt/vko yli 4 krt/vko

Tavallisimmat liikuntalajit:

Kuntosaliharjoittelun määrä:

- Ei lainkaan Satunnaisesti 1-2 krt/vko 3-4krt/vko yli 4 krt/vko

Jos harrastat kuntosalilla käymistä, kuinka pitkään olet sitä harrastanut?

- Alle 2 kk 2-6 kk 6-12 kk 1-3 vuotta yli 3 vuotta

Olen ymmärtänyt tutkimuksen tarkoituksen ja sisällön. Osallistun testaukseen vapaaehtoisesti omalla vastuullani. Ymmärrän, että tutkimustuloksia käsitellään anonyymisti ja niitä voidaan käyttää tämän tutkimuksen lisäksi myös tulevaisuudessa. Olen täyttänyt ylläolevat tiedot totuudenmukaisesti ja kykenen osallistumaan testiin.

Paikka, aika ja allekirjoitus
