

# ISOMETRINEN MAKSIMIVOIMAMITTAUS:

Mittaustapahtuman vakiointi  
Hur Oy:n kuntosalilaitteilla

Panu Kannainen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2011

Hyvinvointiteknologia  
Teknologiayksikkö





Tekijä(t) KANNIAINEN, Panu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 13.04.2011
	Sivumäärä 88	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi ISOMETRINEN MAKSIMIVOIMAMITTAUS: Mittaustapahtuman vakiointi Hur Oy:n kuntosalilaitteilla		
Koulutusohjelma Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) NATUNEN, Pekka STRÖM, Markku		
Toimeksiantaja(t) Ab Hur Oy		
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli kokkolalainen Ab Hur Oy, jonka toimialana on fitness-, kuntous- ja geriatrinen harjoitteluvälineiden valmistus. Työn tavoitteena oli yhdenmukaistaa Hurin kuntosalilaitteilla suoritettavat isometriset maksimivoimamittaukset laatimalla yksityiskohtainen mittaushoje. Laadittavan mittaushojeen oli tarkoitus kattaa kaikki Hurin Rehab-laitesarjan seitsemän eri laitetta.</p> <p>Aluksi kartoitettiin olemassa olevien mittaushojien ja -tulosten määrää ja hyödynnettävyyttä. Kävi ilmi, että kokkolalainen Welmed Labs oli tehnyt paljon voimamittauksia Hurin laitteilla, joten heidän asiantuntemustaan päätettiin hyödyntää opinnäytetyöprosessin aikana. Kokkolaan tehtiin kaksi vierailua, joiden aikana konsultoitiin Welmed Labsin fysioterapeuttia. Hänen kanssaan tarkasteltiin laitteilla mittaamista ja tehtiin periaatepäätöksiä käyttöön valittavista mittaushojen menetelmistä.</p> <p>Asiantuntijan konsultoinnin ja alan kirjallisuuden pohjalta laadittiin Hurin Rehab-laitteet kattava mittaushoje. Sisällöllisesti ohjeen tärkeimpiä huomioita ovat mittaushojen käytettyjen säätöjen muistiin kirjaaminen, hengittämisen tärkeys isometrisen voimantuottosuorituksen aikana sekä mittaushojen käytettävien nivelkulmien tarkka vakiointi. Merkittävin ero aiempiin mittaushojisiin, on lantiovyön käytön kieltäminen mittaushojen aikana, jotta voimantuotto saadaan paremmin eristettyä mittaushojen kohteena oleviin lihaksiin.</p> <p>Laadittu mittaushoje tulee olemaan osa Hurin Rehab-sarjaa, ja jatkossa ohje toimitetaan jokaisen myydyin laitteen mukana Hurin asiakkaille ympäri maailmaa. Mittaushojen yhtenäistävän ohjeen ansiosta, eri tahojen saavuttamia mittaushojen tuloksia on jatkossa mahdollista vertailla keskenään. Laitteiden markkinointia ajatellen, virallisen mittaushojen olemassaolo on ensiarvoisen tärkeää, ja opinnäytetyön ansiosta sellainen on nyt olemassa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) hermo-lihasjärjestelmä, voimantuotto, lihasvoima, maksimivoima, isometrinen voima, voimamittaus, kuntotestaus, mittaushoje, Hur Oy		
Muut tiedot liitteenä mittaushoje, 13 sivua; laitekuvia, 2 sivua sekä mittaushojen kirjallisuus, 2 sivua		



Author(s) KANNIAINEN, Panu	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 13042011
	Pages 88	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title ISOMETRIC MAXIMUM FORCE MEASUREMENT: Standardization of the measurement event with Hur Oy's exercise equipment		
Degree Programme Degree Programme in Wellness Technology		
Tutor(s) NATUNEN, Pekka STRÖM, Markku		
Assigned by Ab Hur Oy		
Abstract The thesis was assigned by Ab Hur Oy, a Finnish company specialized in fitness, rehabilitation and geriatric equipment manufacturing. The aim was to standardize the methods used in isometric maximum force measurements done with Hur's equipment by preparing a detailed measurement guide. The guide was meant to cover all Hur's Rehab Line equipment.  At first, sorting out of the existing instructions and measuring results had to be done to define the amount of useful information. It was found, that Welmed Labs had done lots of force measurements with Hur's equipment, so their expertise was decided to be put to use. Two separate visits were paid, during which a Welmed Labs physiotherapist was consulted. In co-operation with her, measuring with Rahab equipment was studied and some general guidelines were drawn up.  Based on the expert consultation and a literature review, a measurement guide covering Hur's Rehab equipment was prepared. The most important consideration in the guide is documenting the adjustments used when measuring. Also pointed out are the importance of breathing during an isometric performance and a precise standardization of the joint angles used in measurement. The main difference in contrast to existing instructions is to forbid the use of a support belt during a measurement, so the force generation would be better isolated to the target muscles.  The measurement guide prepared will be part of Hur's Rehab Line, and in the future it will be delivered with all equipment to Hur's customers around the world. Thanks to the guide standardizing the measuring activity, results gained by different actors can be compared with one another in the future. Equipment marketing in mind, the existence of a formal measurement guide is highly important, and thanks to the thesis, this guide now exists.		
Keywords neuromuscular system, muscular strength, maximum force, isometric force, force measurement, exercise testing, fitness testing, guide, Hur Oy		
Miscellaneous attached measurement guide, 13 pages; equipment pictures, 2 pages and measurement protocol template, 2 pages		

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	5
1.1 Opinnäytetyön tausta ja lähtökohdat .....	5
1.2 Työn tavoitteet ja toteutus.....	6
1.3 Ab Hur Oy.....	8
2 HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄN VOIMANTUOTTO .....	9
2.1 Voimantuotto-prosessin säätelytekijät .....	9
2.2 Voiman lajit.....	11
2.3 Lihaksen supistumistavat.....	12
2.4 Voiman riippuvuus ajasta ja nopeudesta .....	16
2.5 Lihaspituus ja voimantuotto .....	18
2.6 Venymis-lyhenemissyklus .....	19
2.7 Nivelkulma ja voima .....	20
3 HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN MITTAAMINEN.....	22
3.1 Miksi lihasten voimantuotto-ominaisuuksia tulisi mitata? .....	22
3.2 Mittaamisessa käytettävät laitteet.....	24
3.3 Testauksen toistettavuuteen vaikuttavat tekijät .....	26
3.4 Iän, sukupuolen ja ympäristön vaikutukset testaamiseen ja testituloksiin .....	28
3.5 Hyvät käytänteet osaksi kuntotestausta .....	33
4 HUR-LAITTEIDEN ERITYISPIIRTEET .....	36
4.1 Valttina pneumaattinen vastusmekanismi.....	36
4.2 Luonnollinen Voimansiirto – Natural Transmission™ .....	38
4.3 HUR Rehab Line .....	40
4.4 Voimamittauksessa käytettävä laitteisto .....	42

	2
5 MITTAUSOHJEEN LAATIMINEN .....	45
5.1 Olemassa olevan tiedon kartoittaminen .....	45
5.2 Asiantuntijan konsultointi .....	47
6 ISOMETRINEN VOIMAMITTAUS HUR-LAITTEILLA .....	48
6.1 Mittaamisen yleiset periaatteet .....	48
6.2 Laitekohtaiset mittausohjeet.....	51
6.2.1 Push Up / Pull Down Rehab .....	51
6.2.2 Abdomen / Back Rehab .....	53
6.2.3 Twist Rehab.....	55
6.2.4 Adduction / Abduction Rehab .....	56
6.2.5 Leg Extension / Curl Rehab .....	58
6.2.6 Leg Press Rehab .....	60
6.2.7 Leg Press Incline Rehab.....	62
7 POHDINTA .....	63
LÄHTEET.....	70
LIITTEET .....	72
Liite 1. Isometrinen maksimivoimamittaus Hurin Rehab Line -laitteilla; Mittausohje .....	72
Liite 2. HUR Rehab Line -laitteet ja niillä harjoitettavat lihakset .....	85
Liite 3. Mittauspöytäkirjamalli .....	87

## KUVIOT

KUVIO 1. Hermo-lihasjärjestelmän voimantuoton säätelytekijät.....	10
KUVIO 2. Lihassoiman jaottelu eri osatekijöihin.....	13
KUVIO 3. Konsentrisen ja eksentrisen lihassupistuksen ilmeneminen haisväännössä .....	14
KUVIO 4. Isometrinen voima-aika -käyrä .....	17
KUVIO 5. Voima-nopeus -käyrä .....	18
KUVIO 6. Polvinivelen kulman vaikutus tuotettuun maksimivoimaan jalkakyykyssä (A) ja polven ojennuksessa (B) .....	20
KUVIO 7. Lihaksen kiinnityskohdan etäisyys luiden akselointikohdasta vaikuttaa lihaksen voimantuottoon .....	21
KUVIO 8. Hur Labsin Performance Recorder -mittalaite.....	25
KUVIO 9. Maksimivoiman vaihtelu sukupuolen ja iän mukaan .....	32
KUVIO 10. Hurin Leg Extension / Curl -laite polven ojennus- ja koukistusvoiman harjoittamiseen .....	37
KUVIO 11. HUR-laitteiden Natural Transmission™ -vastusmekanismi jäljittelee lihasten ja luiden muodostaman kokonaisuuden toimintaa .....	39
KUVIO 12. Painopakalaitteen vastuskäyrä verrattuna HUR-laitteen vastuskäyrään .	40
KUVIO 13. Performance Recorder -mittalaite ja voima-anturi kiinnitettynä Leg Extension / Curl -laitteeseen .....	43
KUVIO 14. Vipuvarren pituus Push Up / Pull Down -laitteessa.....	45
KUVIO 15. Push Up / Pull Down Rehab -laite.....	53
KUVIO 16. Abdomen / Back Rehab -laite .....	54
KUVIO 17. Twist Rehab -laite .....	56
KUVIO 18. Adduction / Abduction Rehab -laite .....	57
KUVIO 19. Leg Extension / Curl Rehab -laite.....	59
KUVIO 20. Leg Press Rehab -laite .....	61

KUVIO 21. Leg Press Incline Rehab -laite .....	63
------------------------------------------------	----

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Voimaharjoittelussa käytettävän kuorman (% lihaksen maksimivoimasta) ja toistojen ohjeelliset määrät .....	12
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön tausta ja lähtökohdat

Vuonna 2000 on arvioitu, että Suomessa tehdään vuositasolla noin 120 000 kunto- testiä (Helimäki 2000, 14–16). Se, kuinka suuri osa testeistä on ollut hermo- lihasjärjestelmän toimintaa mittaavia, ei ole tiedossa, mutta joka tapauksessa suuri määrä testejä on tehty jo vuosituhannen alussa, ja määrä tuskin on laskenut tähän päivään mennessä. Testausta tehdään varsin erilaisissa toimintaympäristöissä, monenlaisilla laitteilla ja eri tahojen toimesta (Heinonen 2010, 61). Jo yksin Hur Oy:n valmistamilla kuntosalilaitteilla on vuosien saatossa tehty tuhansia mittauksia, niin Suomessa kuin ulkomaillakin – jokainen mittaaja hieman omalla tavallaan.

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui isometrinen maksimivoimamittaus, ja tarkemmin mittaustapahtuman vakiointi Hur Oy:n laitteilla pääasiassa siitä syystä, että aihetta tarjottiin toimeksiantajan suunnalta edelliskesänä suorittamani työharjoittelun aikana. Erilaisten ohjeistusten kirjoittaminen oli osa työnkuvaani jo harjoittelussa, ja vastaavanlaisen aiheen vieminen astetta pidemmälle opinnäytetyön muodossa, oli lähtökohtaisesti mielenkiintoinen tehtävä. Työn aihevalintaa puolsivat myös hyvinvointiteknologian opinnoissa valittu suuntautuminen enemmän liikuntapuolen asioihin, sekä henkilökohtaiset kiinnostuksen kohteet, joihin molempiin ihmisen suorituskyvyn mittaaminen ja voimaharjoittelu voidaan lukea kuuluviksi.

Isometrisiä maksimivoimamittauksia on ajan mittaan tehty paljon, eikä Hurinkaan laitteilla oltu mittaamassa ensimmäistä kertaa. Mittauskäytänteet yhdistävä toimintaohje oli kuitenkin puuttunut, eikä siitä syystä nimenomaan Hurin laitteilla saatuja mittaustuloksia ollut voitu vertailla keskenään. Isometrinen voimamittausten erityispiirteenä kun on se, että mitattu voima-arvo on hyvin spesifi mitattavalle lihakselle tai lihasryhmälle sekä käytetylle nivelkulmalle (ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 2000, 81). Tästä syystä kuntosalilaitteilla mitatut tulokset ovat aina laitekohtaisia, eikä tulosten vertailu ole mahdollista, jollei jokaista erillistä mittausta ole suoritettu täsmälleen samalla tavalla.



Mittausohjeen laatiminen oli Hurille erittäin tärkeää. Tuloksia käsittävää tietopankkia ei ollut mahdollista luoda, ennen kuin yrityksen laitteilla saatuja mittaustuloksia pystyttäisiin keskenään vertailemaan. Kattavan tietopankin avulla saavutetuille mittaustuloksille voitaisiin luoda jonkinlainen asteikko, jonka avulla tuloksia olisi mahdollista luokitella. Tästä olisi merkittävää hyötyä tulosten analysointivaiheessa, ja se helpotaisi palautteen antoa testattavalle. Mittausohje ja sen pohjalta aikanaan rakentuva tietopankki olivat myös huomattava lisä HUR-laitteiden markkinointiin. Aiemmin voimamittaukseen soveltuvia laitteita myytiin ympäri maailmaa, mutta niiden mukana ei ollut tarjota riittävän yksityiskohtaista mittaushjetta, joka olisi yhtenäistänyt erilaiset toimintatavat.

## **1.2 Työn tavoitteet ja toteutus**

Työn tavoitteena oli yhdenmukaistaa Hur Oy:n kuntosalilaitteilla suoritettavat isometriset maksimivoimamittaukset. Tähän päästiin laatimalla kattava ja yksityiskohdainen mittaushje. Mittaustapahtuman vakiointi paransi mittauksen toistettavuutta ja mahdollisti jatkossa mittaustulosten keskinäisen vertailun ja paikkaansa pitävän tietopankin kerryttämisen. Samalla oli tarkoitus perehtyä laadukkaan voimamittaustoiminnan vaatimukseen liikunnan ja kuntoutuksen saralla, alan kirjallisuuden ja asiantuntijoiden avulla.

Opinnäytetyöprosessin aikana haettiin vastausta muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Minkälaisen pohjan Hurin laitteilla aiemmin suoritettut voimamittaukset tarjoavat laadittavalle mittausohjeelle?
- Mitkä seikat vaikuttavat yleisesti voimamittausten toistettavuuteen?
- Miten testihenkilöiden henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat mitausten suorittamiseen ja tuloksiin?
- Mitä testihenkilöiden turvallisuuden liittyviä asioita on otettava huomioon isometrisiä maksimivoimamittauksia suoritettaessa?

Mittausohjeeseen sisällytettiin vain Hurin Rehab-sarjan laitteet, joita on seitsemän erilaista. Kyseinen rajaus tehtiin siitä syystä, että Rehab-laitteissa on vakiovarusteena isometrisen voimamittauksen mahdollistava anturiliitäntä, ja ne ovat näin ollen ensisijaisesti niitä laitteita, joilla voimamittauksia tehdään. Myös joihinkin Hurin Main Linen laitteisiin on lisävarusteena saatavilla mainittu anturiliitäntä, mutta kyseisillä laitteilla mitataan kuitenkin niin harvoin, ettei mittausohjeeseen ollut tässä yhteydessä järkevää sisällyttää kaikkia mahdollisia optioita. Lisäksi Rehab-sarjan laitteet vastaavat rakenteeltaan hyvin pitkälti Main Linen laitteita, joten ohjeistusta on helppo soveltaa laajemmalle, mikäli tarvetta ilmenee.

Hurin Rehab-laitteet olivat opinnäytetyötä edeltäneen työharjoittelun aikana tulleet melko tutuiksi, mutta laitteilla mittaamiseen perehdyttiin aiempaa tarkemmin. Opinnäytetyöprosessin aikana, HUR-laitteilla mittaamiseen tutustuttiin yhdessä mittauksia paljon tehneen fysioterapeutin kanssa ja ohje laadittiin osittain sen pohjalta. Asiantuntijan konsultointi mittausohjetta laadittaessa oli erityisen tärkeää, jotta ohjeen sisältöä voidaan pitää asianmukaisena ja luotettavana, ja esimerkiksi maksimivoiman mittaamiseen liittyvät turvallisuusriskit voitiin paremmin kartoittaa ja ottaa ohjeistuksessa huomioon.

Työn teoriaosassa käsitellään hermo-lihasjärjestelmän voimantuottoon vaikuttavia seikkoja, enimmäkseen biomekaanisten tekijöiden näkökulmasta. Tarkastelussa on myös hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen sekä yleisesti että HUR-

laitteiden osalta. Lisäksi perehdytään hieman HUR-laitteiden erityispiirteisiin ja etuihin moniin muihin kuntosalilaitteisiin verrattuna. Työn käytännön toteutusta käsittelevässä osassa kuvataan mittausohjeen laatimisprosessin vaiheita sekä perustellaan ohjeeseen päätyneiden mittaustapojen valintaa.

### **1.3 Ab Hur Oy**

Vuonna 1989 perustettu Ab Hur Oy on fitness-, kuntoutus- ja geriatria harjoitteluvälineitä valmistava suomalainen yritys, jonka päätoimipiste sijaitsee Kokkolassa (HUR info n.d.). Yritys työllistää 30–40 henkilöä, ja sen liikevaihto on viime vuosina ollut neljän miljoonan euron luokkaa. Vuonna 2009 Hur valmisti markkinoille noin 1500 kuntosalilaitetta.

Hur Oy:lle on myönnetty ISO 9001:2000 ja 13485:2003 laatusertifikaatit, ja kaikki HUR-laitteet täyttävät sekä VDMA- että ISO-standardit (Laatu n.d.). Lisäksi Hur käyttää kuntosalilaitteissaan ainoastaan teollisuusstandardien mukaisia paineilmakomponentteja. Tämän ansiosta varaosien saatavuus on turvattu missä päin maailmaa tahansa, eikä niin sanottuna hyllytavarana toimitettujen varaosien hinta ole kohtuuttoman korkea. (HUR Health & Fitness Equipment n.d., 4)

Hurin laitteet valmistetaan omalla tehtaalla, ja kansainvälisten jälleenmyyjien kautta, laitteita myydään yli 30 maahan. Lähes 90 % laitteista menee vientiin, ja tärkeimpiä markkina-alueita ovat Yhdysvallat, Saksa ja Japani. Yleensä Hurin asiakkaina ovat erilaiset kuntosalit ja -keskukset, kuntoutuslaitokset, sairaalat, koulut ynnä muut isommat kokonaisuudet. (HUR info n.d.)

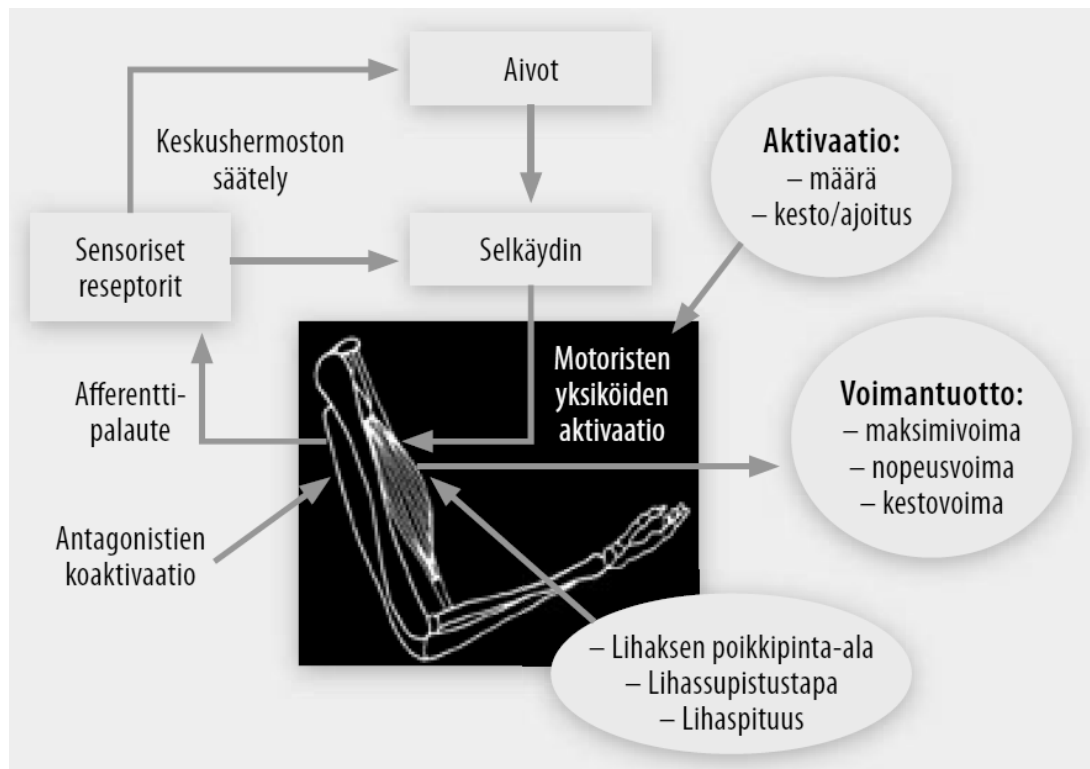
Hurin laitteet poikkeavat useimmista kuntosalilaitteista siltä osin, että niiden vastusmekanismi perustuu metallisten painopakkojen sijasta paineilmaan. Hurin kehittämä menetelmä jäljittelee lihasten ja luiden muodostamaa kokonaisuutta, ja paineilmaa hyödynnettäessä, päästään eroon esimerkiksi painopakkalaitteita vaivaavasta massanhitaudesta. (Kysymykset (FAQ) n.d.) Paineilmavastus mahdollistaa myös laitteiden rakentamisen verraten kevyiksi ja pienikokoisiksi.

Niin sanottujen perusmallisten kuntoilulaitteiden lisäksi, Hur valmistaa myös liikunta-rajotteisille suunnattuja laitteita. Easy Access Linen laitteet on suunniteltu pyörätuolin käyttäjiä silmällä pitäen, sillä laitteiden avoin rakenne mahdollistaa laitteeseen pääsyn ja harjoittelun pyörätuolissa istuen. (Easy Access Line n.d.) Hurin laitteita valmistetaan myös SmartCard-versiona, joiden kosketusnäytöt ja sirukortinlukijat tekevät harjoittelusta nykyaikaista ja automatisoitua (HUR Main Line n.d.). Rehab Linen laitteet, joita opinnäytetyö varsinaisesti koskee, ovat normaaliin kuntosaliharjoitteluun soveltuvia laitteita, joilla on lisäksi mahdollista suorittaa isometrisiä maksimivoimamittauksia.

## **2 HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄN VOIMANTUOTTO**

### **2.1 Voimantuotto prosessin säätelytekijät**

Hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto on monimutkainen prosessi, johon vaikuttavat lukuisat eri säätelytekijät. Hermo-lihasjärjestelmään luetaan kuuluvaksi hermosto (aivot, selkäydin ja tietoa vievät/tuovat hermot) sekä itse lihakset (Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet 2009, 91). Ennen kuin lihas tuottaa vähääkään voimaa, on muun muassa aistireseptorien, aivojen ja hermojen täytynyt antaa oma osansa prosessille. Lihaksen tahdonalainen supistumiskäsky saa alkunsa isoajojen motoriselta alueelta, josta se saapuu hermoratoja pitkin selkäyttimeen. Selkäytimestä sähköinen supistumiskäsky siirtyy motorisia hermoratoja pitkin päätepisteeseensä, eli haluttuun lihakseen. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 125–127.) Hermo-lihasjärjestelmän voimantuottoon vaikuttavien säätelytekijöiden toimintaa on pyritty havainnollistamaan kuviossa 1.



KUVIO 1. Hermo-lihasjärjestelmän voimantuoton säätelytekijät (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 126)

Motorista hermosolua, sen päätehaaroja sekä niiden hermottamia lihassoluja kutsutaan motoriseksi yksiköksi. Motoriset yksiköt jaetaan niiden toiminnan perusteella hitaisiin ja nopeisiin yksiköihin, joiden koko vaihtelee paljolti niiden toimintatarkoituksen mukaan. Mitä suuremman voimantuottotarpeen omaavasta lihaksesta on kyse, sitä suurempaa määrää lihassoluja yksi motorinen hermo ohjaa. Jos taas tarvitaan hyvin tarkkaa liikkeen säätelyä, on yhdellä liikehermolla vain muutama lihassolu hermotettavanaan. (Urheiluvalmennus 2004, 42.) Keskushermoston, eli aivojen ja selkäytimen rooli lihaksen tahdonalaisessa voimantuotossa on varsin keskeinen, sillä keskushermosto voi vaikuttaa lihaksen voimantuottoon säätelemällä yksittäisten motoristen yksiköiden syttymisfrekvenssiä sekä aktiivisten motoristen yksiköiden lukumäärää (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 127).

## 2.2 Voiman lajit

Voima ominaisuutena voidaan jaotella hermo-lihasjärjestelmän motoristen yksiköiden rekrytoinnin määrän ja tavan sekä vallitsevien energiantuottovaatimusten mukaan maksimi-, nopeus- ja kestovoimaan. Maksimivoimasta puhuttaessa, lihasjännitystaso on nimensä mukaisesti maksimaalinen, ja voimantuottoaika muodostuu suhteellisen pitkäksi. Nopeusvoimassa voimantuottoaika on erittäin lyhyt. Jos nopeusvoimaa tarkastellaan isometrisessä lihastyössä, on voimantuottonopeus suuri, ja taas dynaamisen lihastyön tilanteessa, lihaksen supistumisnopeus nousee varsin suureksi. Kestovoimasta on puolestaan kyse tilanteessa, jossa tiettyä voimatasoa ylläpidetään jokseenkin pitkään tai tiettyjä voimatasoja toistetaan useita kertoja melko lyhyillä palautusajoilla. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 125.)

### **Maksimivoima ja sen harjoittaminen**

Koska opinnäytetyön aiheena ovat isometriset maksimivoimamittaukset, tarkastellaan voiman lajeista maksimivoimaa vielä hiukan tarkemmin. Maksimivoimalla tarkoitetaan siis ”suurinta yksilöllistä voimatasoa, jonka lihas tai lihasryhmä tuottaa tahdonalaisessa kertasupistuksessa ilman että voimantuottoon kulunut aika olisi rajoitettava tekijä”. Mitatun maksimivoiman ilmaisemiseen voidaan käyttää eri tapoja: Lihaksen tuottama maksimivoima voidaan ilmaista joko tuotettuna maksimaalisena voimatasona Newtonina [N] tai kilogrammoina [kg], tai vaihtoehtoisesti vääntömomenttina, jonka perusyksikkö on Newtonmetri [Nm]. Se, mitä vaihtoehtoa käytetään, riippuu pitkälti mitatun lihaksen tai lihasryhmän ominaisuuksista. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 138.) Esimerkiksi kyynärnivelen koukistusvoimaa mitattaessa, tulos voidaan ilmoittaa joko saavutettuna voimatasona kämmenen kohdalla tai vääntömomenttina nivelpisteessä.

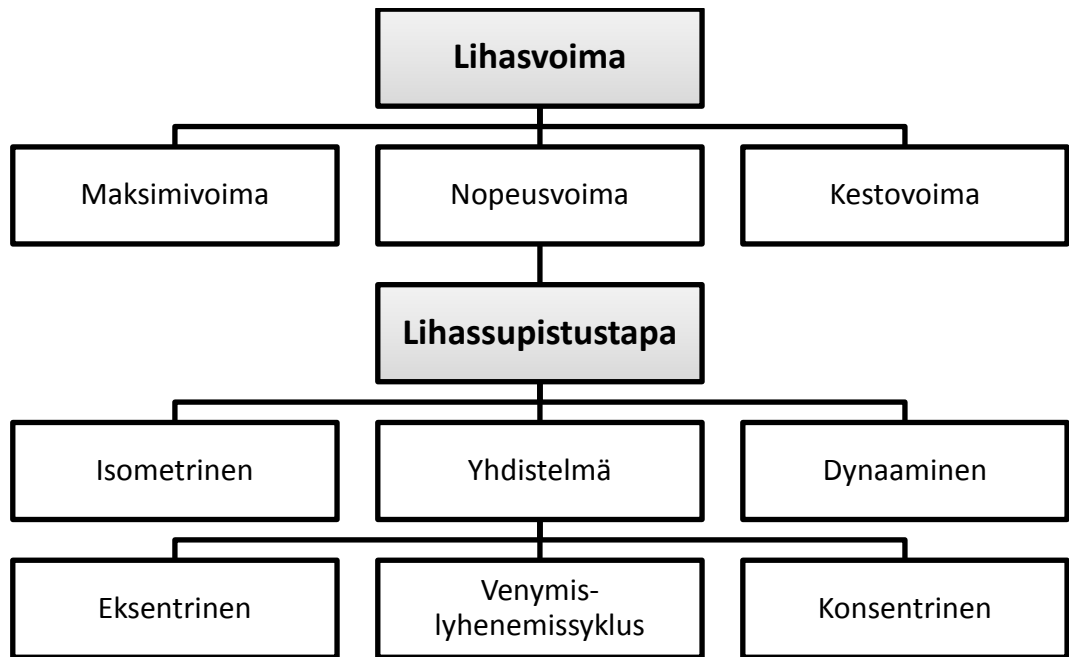
Maksimivoimaa voidaan kehittää kahden eri harjoitusmenetelmän avulla. Perusvoimaharjoittelu kehittää maksimivoimaa hypertrofian kautta, eli harjoittelun tuloksena lihassolujen koko kasvaa ja lihasmassa siten lisääntyy. Maksimivoimaharjoittelulla pyritään tehostamaan lihaksiston hermotuksellisia kykyjä, eli mahdollisimman monen motorisen yksikön samanaikaista rekrytointia ja syttymisfrekvenssin tiheyttä. (Urheilvalmennus 2004, 260–263.) Taulukossa 1 tarkastellaan harjoittelussa käytettävän kuorman ja toistojen määrän vaikutusta tietyn voiman lajin kehittymiseen.

TAULUKKO 1. Voimaharjoittelussa käytettävän kuorman (% lihaksen maksimivoimasta) ja toistojen ohjeelliset määrät (Häkkinen 1990, 203)

	KESTOVOIMA		MAKSIMIVOIMA			NOPEUSVOIMA	
	Aerobinen painotus	Anaerobinen painotus	Hypertrofinen painotus	Hypertrofis-hermostollinen painotus	Hermostollinen painotus	Hermostollis-hypertrofinen painotus	Hermostollinen painotus
Kuorma (%)	0–30	20–60	60–80	70–90	90–100	30–80	30–60
Toistot/sarja	30–	10–30	6–12	3–6	1–3	1–10	1–10

## 2.3 Lihaksen supistumistavat

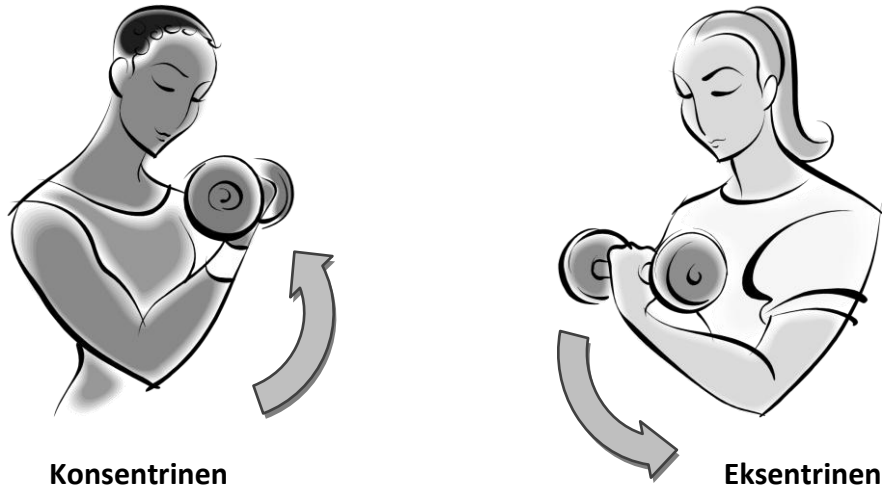
Lihaksen supistuminen jaetaan isometriseen ja dynaamiseen lihassupistukseen, joista dynaaminen lihassupistus voidaan jakaa edelleen konsentriseen ja eksentriseen lihassupistukseen. Isometrisessä, eli staattisessa supistuksessa lihaksen kokonaispituus ei ulkoisesti mitattuna muutu, kun taas dynaamisessa supistuksessa lihaspituus muuttuu suuntaan tai toiseen, joko lihaksen voimatuoton ansiosta tai ulkoisen kuorman vaikutuksesta. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 128.) Kuviossa 2 on esitetty lihasvoiman lajit ja niiden tuottamisessa tarvittavat eri supistustavat.



KUVIO 2. Lihassoiman jaottelu eri osatekijöihin (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 126)

Kun työtä tekevä lihas supistuessaan lyhenee ja aiheuttaa liikettä, on kyseessä konsentrisen lihassupistus (Urheiluvalmennus 2004, 53). Puhutaan niin sanotusta voittavasta lihastyöstä, jota ilmenee esimerkiksi hauslihaksen osalta silloin, kun kuntosalilla hausvääntöä tehtäessä, painoa nostetaan alhaalta ylöspäin (ks. kuvio 3). Eksentrisessä lihassupistuksessa jokin ulkoinen kuorma venyttää työskentelevää lihasta, mikä aiheuttaa sen aktivaation (Mts. 53). Eksentristä, eli jarruttavaa lihastyötä esiintyy kuntosali-esimerkissä silloin, kun hausvääntöä tehtäessä, lasketaan painoa ylhäältä alaspäin (ks. kuvio 3).





KUVIO 3. Konsentrisen ja eksentrisen lihassupistuksen ilmeneminen hauisväännössä

Lihaksen tuottama maksimaalinen voima vaihtelee suuresti eri supistustapojen välillä. Voima on suurimmillaan eksentrisen supistuksen aikana ja pienimmillään konsentrisessa lihassupistuksessa. Isometrisessä lihassupistuksessa tuotetun voiman suuruus asettuu kahden edellä mainitun välille. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 128.) Esimerkiksi edellä mainitussa hauisvääntö-liikkeessä, henkilö kykenee pitämään staattisesti paikallaan paljon suurempaa kuormaa, kuin mitä hän jaksaisi konsentrisesti nostaa alhaalta ylöspäin.

### **Isometrinen voima ja sen mittaaminen**

Isometrisillä maksimivoimatesteillä voidaan mitata tietyn lihaksen tai lihasryhmän voimantuottoa tietyllä nivelkulmalla. Mittauksen kohteena olevan lihaksen isolointi eli eristäminen onnistuu isometrisellä testillä poikkeuksellisen hyvin. Mittauksissa käytetään yleensä jonkinlaista voimadynamometriä, ja sen avulla maksimaalisen tahdonalaisen voimantuottosuorituksen mittaaminen tapahtuu erittäin tarkasti. Mittaustulosten avulla voidaan muun muassa arvioida henkilön kuntoutumista tai vertailla eri lajitaustan omaavien urheilijoiden voimatasoja keskenään. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 138–139.)

Isometristen voimamittausten etuna on

- hyvä toistettavuus
- testattavalta vaadittavan liikeosaamisen vähyyys
- testien suorittamisen helppous ja turvallisuus
- minkä tahansa lihaksen tai lihasryhmän testausmahdollisuus sekä
- testivälineistön suhteellinen edullisuus. (Mts. 138–139.)

Isometrisen maksimivoimamittauksen aikana, testattava tuottaa niin paljon voimaa kuin mahdollista, liikkumatonta kohdetta vastaan. Voimantuotto voidaan mitata esimerkiksi erilaisilla voimalevyillä, jotka mittaavat tuotetun voiman suuruutta yhdessä tai useammassa suunnassa. Suorituksesta tallentuu yleensä ainakin saavutettu huippuarvo, mutta myös voimantuoton nopeuden arviointi on mahdollista, mikäli maksimivoima on tuotettu mahdollisimman nopeasti, ja käytetty laitteisto mahdollistaa voima-aika -käyrän tarkastelun. (Mts. 139.)

Isometrinen maksimivoima on pitkälti riippuvainen lihasten poikkipinta-alasta, joten erikokoisten testihenkilöiden absoluuttisten voimatasojen vertailu ei ole välttämättä järkevää (Mts. 139). Isometrinen voimantuotto on lisäksi spesifiä mitattavalle lihakselle ja mittauksessa käytetylle nivelkulmalle, joten tuloksia ei pystytä suoraan yleistämään koko kehon voimantuotto-ominaisuuksia kuvaamaan (ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 2000, 81). Koska isometrinen voimataso on niin voimakkaasti riippuvainen käytetystä nivelkulmasta, on mittaustilanteessa kiinnitettävä erityistä tarkkuutta nivelkulmien vakiointiin. Yleensä isometrisissä maksimivoimamittauksissa pyritään käyttämään niitä nivelkulmia, joilla mittauksen kohteena olevien lihasten voimantuotto on suurinta. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 139.) Suuren voimantuottokyvyn omaavien nivelkulmien käyttäminen myös lisää mittauksen turvallisuutta, koska tällöin nivel ei joudu kovan rasituksen alaiseksi sille epäedullisissa äärikulmissa.

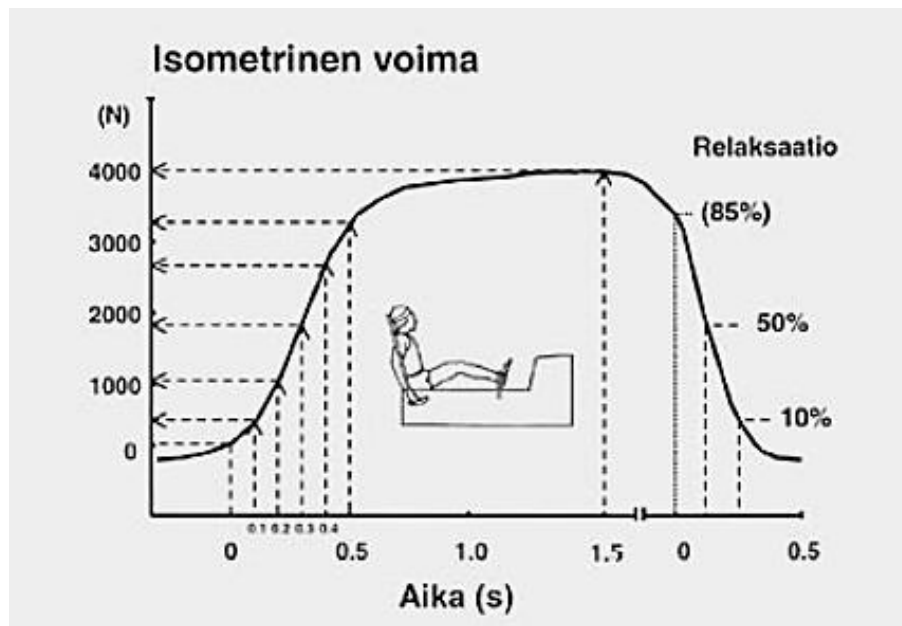
Kuten muillakin mittaustavoilla, myös isometrisillä mittausten menetelmillä on omat rajoituksensa. Urheilijoilla tehdyissä mittauksissa on havaittu, ettei isometrisellä voimantuotolla ole aina yhteyttä urheilijan suorituskykyyn, eikä saman lajitaustan

omaavia huippu-urheilijoita välttämättä pystytään erottamaan toisistaan isometrinen voimatasojen perusteella. Syy isometrisen mittaustavan ongelmiin saattaa löytyä sen osittain heikosta yhteydestä ihmisen dynaamiseen voimantuottokykyyn. Dynaaminen ja isometrinen lihastyötapo kun eroavat toisistaan merkittävästi niin mekaanisesti kuin hermostollisestikin. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 139.)

## **2.4 Voiman riippuvuus ajasta ja nopeudesta**

### **Voima-aika -riippuvuus**

Lihaksen voiman tuottamiseen kuuluu aina vaihteleva aika, jota kuvataan voima-aika -käyrän avulla. Eri lihaksille ja lihasryhmille voidaan mitata maksimaalisen voiman ohella voima-aika -käyrä, jonka muoto vaihtelee mitattavan lihaksen tai lihasryhmän mukaan. Mittaustilanteessa testihenkilö pyrkii tuottamaan mahdollisimman paljon voimaa, mahdollisimman lyhyessä ajassa, jolloin voima-aika -käyrän jyrkkyys kuvaa henkilön kykyä tuottaa voimaa nopeasti. Mitä jyrkempi käyrä, sen nopeampi voimantuottosuoritus on ollut. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 128–129.) Kuviossa 4 on mitattu isometrisen maksimivoiman ohella voimantuottosuorituksen nopeutta alaraajojen ojennuksessa.



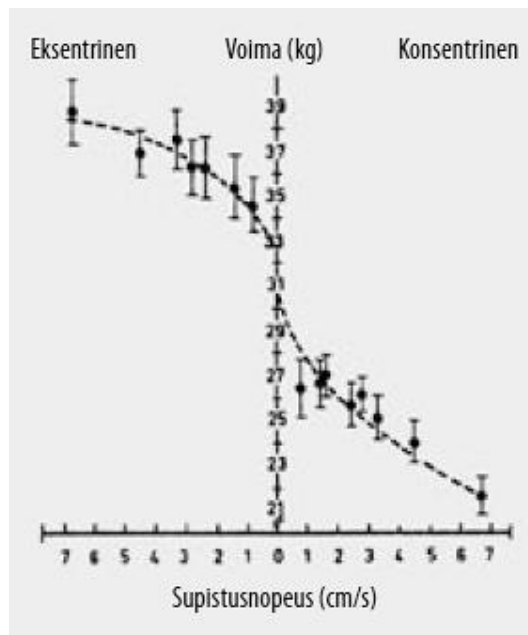
KUVIO 4. Isometrinen voima-aika -käyrä (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 129)

Voimantuottonopeus riippuu osaltaan siitä, kuinka hyvin henkilö pystyy rekrytoimaan mahdollisimman monta motorista yksikköä toimimaan mahdollisimman suurella syyttymisfrekvenssillä. Rekrytointinopeuden lisäksi, voima-aika -käyrän muotoon vaikuttaa myös yksilöllinen lihasten solujakauma, eli se, missä suhteessa henkilöllä on nopeita ja hitaita lihassoluja. Suuren määrän nopeita II-tyypin lihassoluja omaava henkilö pystyy räjähtävämpään voimantuottoon, kuin henkilö, jolla suurin osa lihassoluista on hitaampia I-tyypin lihassoluja. (Mts. 129.)

Mittalaitteiston salliessa, isometrisillä testeillä voidaan maksimivoiman ja voimantuottonopeuden ohella mitata myös relaksaationopeutta, eli voimatason laskunopeutta voimantuoton päätyttyä. Mittauksessa yhden suorituksen keston vaikuttaa merkittävästi se, että jo kohtalaisen matalilla isometrisillä lihasjännitystasoilla, työtä tekevän lihaksen verenkierto vaikeutuu tai jopa seisahtuu kokonaan. Kun jännitystaso nousee, pystytään sitä ylläpitämään aina vain lyhyempiä aikoja. (Mts. 129.) Verenkierron vaikeutumisen lisäksi, asiaan vaikuttaa muun muassa lihaksen välittömien energiavarastojen ehtyminen sekä happamien aineenvaihduntatuotteiden kerääntyminen lihakseen (McArdle, Katch & Katch 2001, 158–160).

### Voima-nopeus -riippuvuus

Supistumisnopeudella on myös suuri vaikutus lihaksen tuottaman voiman suuruuteen, eli puhutaan lihaksiston voima-nopeus -riippuvuudesta. Kuten kuviosta 5 voidaan havaita, eksentrisessä lihassupistuksessa, lihaksen tuottama voima kasvaa, mitä suuremmaksi supistumisnopeus nousee. Sen sijaan konsentrisessa lihastyössä, supistumisnopeuden kasvattaminen aiheuttaa voimantuoton heikentymistä. Kun supistumisnopeudet pidetään pieninä, pysyy voimantuottotasojen ero konsentrisen ja eksentrisen lihassupistuksen välillä vielä kohtuullisena, mutta supistumisnopeuden lisääminen, kasvattaa maksimaalisten lihasjännitystasojen eroa nopeasti. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 128.)



KUVIO 5. Voima-nopeus -käyrä (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 128)

## 2.5 Lihaspituus ja voimantuotto

Lihaspituudella on olennainen merkitys voimantuotosta puhuttaessa. Lihaksen pienenimmän supistuvan osan eli sarkomeerin tuottaman voiman suuruus, on merkittävästi riippuvainen sarkomeerin kulloisestakin pituudesta, sillä sarkomeerin eri pituuk-

sille muodostuu eri määrä aktiini- ja myosiinifilamenttien välisiä poikittaissiltoja. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 129.) Sarkomeerin keskipituuksilla, poikittaissiltojen lukumäärä on suurimmillaan, jolloin sen voimatuottoakin on suurinta. Vastaavasti sarkomeerin ollessa ääripituuksiinsa lyhentynyt tai venynyt, muodostuu poikittaissiltoja filamenttien välille vähemmän, ja sarkomeerin tuottama voima jää pienemmäksi. Lihassolun rakentuessa useista peräkkäisistä sarkomeereista, voidaan sarkomeerin voima-pituus -riippuvuuden ajatella edustavan myös lihassolun vastaavaa riippuvuutta voiman ja pituuden välillä. Poikkeuksena tästä, on eksentrisen lihassupistus, jossa lihaksen sidekudosrakenteet muuttavat riippuvuutta siten, että suurin voimantuotto saavutetaan vasta aivan suurimmilla lihaspituuksilla. (Urheiluvallmennus 2004, 54.)

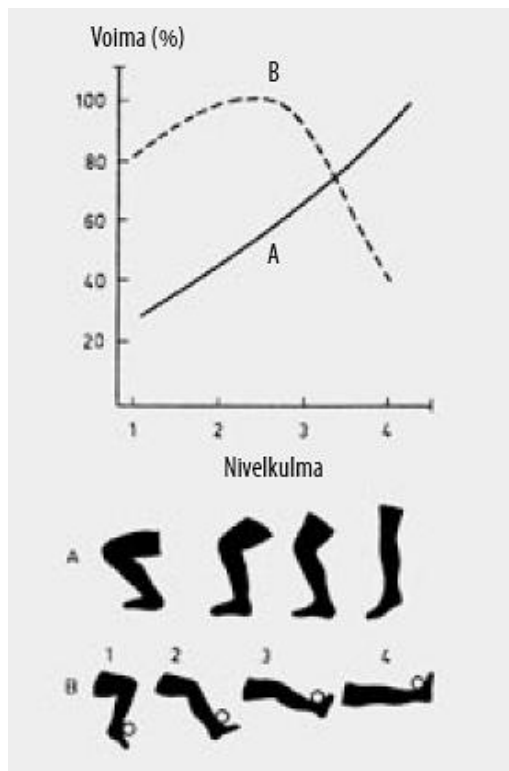
## 2.6 Venymis-lyhenemissyklus

Lihaksiston sidekudosrakenteet ja aktiini- ja myosiinifilamenttien väliset poikittaissillat omaavat kyvyn varastoida itseensä elastista energiaa. Elastinen energia varastoituu nopeasti tapahtuvan eksentrisen lihaksen venytysvaiheen aikana, mikäli lihas supistuu uudelleen konsentrisesti, hyvin lyhyellä viiveellä. Tapahtumaa kutsutaan venymis-lyhenemissyklukseksi. Jos esivenytystä ei seuraa nopeasti lihaksen supistuminen, menetetään potentiaalinen lisävoima lämpöenergiaksi. (Urheiluvallmennus 2004, 56.)

Elastisen energian varastoituminen lihaksistoon edellyttää sitä, että venytettävä lihas on aktiivinen. Mitä useampia filamenttien välisiä poikittaissiltoja on lihaksen venyttyshetkellä muodostunut hermoston runsaan aktiivisuuden takia, sitä tehokkaammin lihas kykenee poikittaissiltojen irtoamatta vastustamaan venytystä ja varastoimaan hyödynnettävää energiaa. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 129–130.) Nopea venytys myös aktivoi reflektorisesti hermoston lihassukkuloita, mikä mahdollistaa suuremman supistuskäskyjen virran lihaksessa ja vaikuttaa näin positiivisesti konsentrisen supistuksen lisävoiman tuottoon. (Urheiluvallmennus 2004, 56–57.)

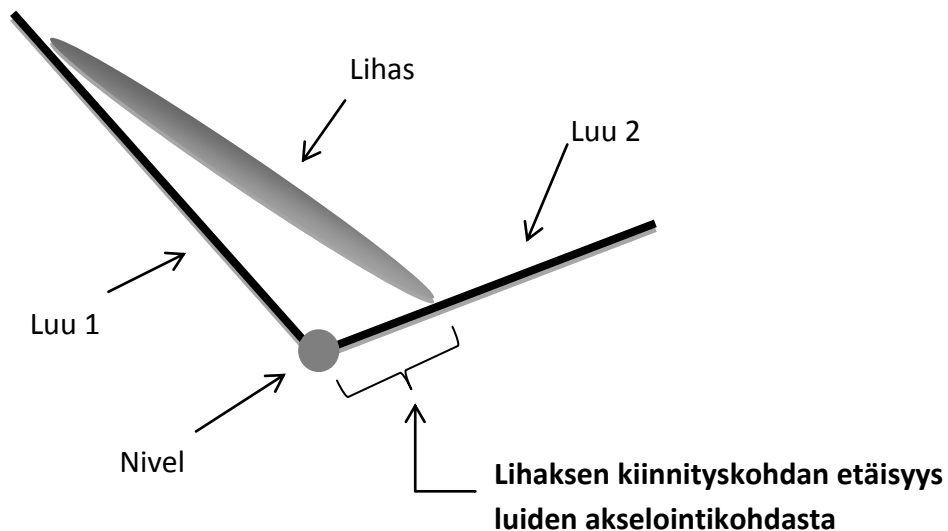
## 2.7 Nivelkulma ja voima

Lihaksen voimantuottoa tarkasteltaessa, yksi varsin keskeinen tekijä on nivelkulma. Kullakin lihaksella on olemassa tietty nivelen asento, jolla lihas kykenee voimak-  
kaimmin vääntämään nivelellä yhdistyneitä luita toisiinsa nähden. Kullekin nivelliik-  
keelle voidaan määrittää oma nivelkulman ja niveltä liikuttavien lihasten välinen  
voimakäyrä. Usean nivelen kautta tapahtuvissa liikkeissä, kuten jalkakyykyssä, tuote-  
tun voiman ja polvinivelen kulman välinen riippuvuus on täysin erilainen, kuin pelkäs-  
tään polven ojennuksessa mitattu vastaava riippuvuus, jossa liike tapahtuu vain yh-  
den nivelen kautta. (Urheiluvalmennus 2004, 54.) Kuten kuviosta 6 voidaan havaita,  
jalkakyykyssä korkein mahdollinen voimataso saavutetaan vasta polvinivelen ollessa  
käytännössä täysin suorana. Sen sijaan polven ojennuksessa korkein voimataso saa-  
daan tuotettua jo likimain nivelen keskikulmilla.



KUVIO 6. Polvinivelen kulman vaikutus tuotettuun maksimivoimaan jalkakyykyssä (A) ja polven ojennuksessa (B) (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 130)

Nivelkulman ohella, lihaksen voimantuottoon vaikuttaa merkittävästi myös lihaksen kiinnityskohdan etäisyys luiden akselointikohdasta eli nivelestä. Mitä kauemmas akselointikohdasta lihaksen pää on kiinnittynyt (ks. kuvio 7), sen pienemmällä voimalla nivelkulmaa pystytään muuttamaan vääntömomentin kasvaessa. (Urheiluvalmennus 2004, 54.) Esimerkiksi henkilö 1, jolla hauislihaksen kiinnityskohta kyynärvarressa on etäämmällä kyynärnivelestä kuin henkilöllä 2, pystyy tekemään hauisvääntöä käyttäen henkilöä 2 vähemmän voimaa, vaikka käytetyt kuormat olisivat molemmilla henkilöillä samansuuruiset ja heidän voimatasonsa olisivat muuten yhtenevät.



KUVIO 7. Lihaksen kiinnityskohdan etäisyys luiden akselointikohdasta vaikuttaa lihaksen voimantuottoon



## 3 HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN MITTAAMINEN

### 3.1 Miksi lihasten voimantuotto-ominaisuuksia tulisi mitata?

Fyysisen kunnon ja lihasten voimantuotto-ominaisuuksien mittaamista on harjoitettu Suomessa jo kauan. Aiemmin testaus on koskenut lähinnä urheilijoita, joiden suorituskyvyn mittaamisella, on pyritty saamaan fyysisen kunnon osatekijöistä mahdollisimman tarkkaa tietoa. Tämän ansiosta on päästy perille urheilijan sen hetkisestä kunto- tai voimatasosta, ja harjoittelua on pystytty ohjaamaan oikeaan suuntaan. Vähitellen kehittyneiden testien, testilaitteistojen ja tulosten analysointia helpottavien tietokoneohjelmien myötä, fyysisen suorituskyvyn mittaamisesta on kuitenkin nykyään tullut osa myös monen niin sanotun tavallisen ihmisen arkea. Alan toimijoiden määrä on lisääntynyt, ja sen myötä ihmisille on tänä päivänä tarjolla enemmän mahdollisuuksia päästä testauttamaan omaa kuntoaan. Testauksen avulla voidaan esimerkiksi rakentaa tarkasti henkilön tarpeisiin räätälöityjä liikuntaohjelmia, tarjota alkusysäys liikuntaharrastuksen aloittamiseen tai arvioida työ- ja toimintakykyä. (Heinonen 2010, 61–63.)

Lihasten voimantuotto-ominaisuudet ovat yhteydessä terveyteen sitä kautta, että ne lisäävät ja ylläpitävät kehon rasvatonta painoa ja lepoaineenvaihduntaa, jotka taas edesauttavat painonhallinnassa. Hyvä lihaskunto ylläpitää luun massaa ehkäisten osteoporoosia eli luukatoa sekä pitää veren sokeritasapainoa hallinnassa ehkäisten samalla aikuisiän diabetesta. Riittävät lihasvoimaominaisuudet myös ylläpitävät lihasten toimintakykyä, millä voi olla vaikutusta esimerkiksi alentuneeseen loukkaantumisriskiin. (ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 2000, 80.) Erityisesti nopean voimantuoton merkitys korostuu tilanteissa, joissa tarvitaan räväkkää asennonmuutosta, kuten talvikelillä liukastuttaessa. Varsinkin ikäihmisillä, riittävä lihaskunto myös kohentaa edellytyksiä suoriutua arjen askareista ilman jatkuvaa apua, mikä parantaa henkilön itsenäisyyttä. Ikääntyneet voivat näin pysyä omassa kodissaan pidempään, joutumatta liian aikaiseen laitoshoitoon.

Heinosen (2010, 61–63) mukaan Suomessa työikäistä väestöä testataan määrällisesti eniten, sillä työkyvyn arviointiin tähtäävä kuntotestaus tulee aiheelliseksi jo lakien kautta. Työterveyshuoltolaki (L 21.12.2001/1383) edellyttää, että työntekijälle annetaan tietoa ja ohjausta työn terveellisyyttä ja turvallisuutta sekä hänen omaa terveyttään koskevista asioista. Työterveyshuollossa terveysliikunnalle ja sen osana olevalle kuntotestaukselle on asetettu monia tavoitteita, joita ovat muun muassa

- kansanterveydellisesti merkittävien sairauksien määrän ja haittojen vähentäminen
- fyysisen kunnon ylläpitäminen ennenaikaisen ja liiallisen fyysisen toimintakyvyn laskun ehkäisemiseksi
- työn vaatimukseen nähden riittämättömän fyysisen kunnon aiheuttamien riskien pienentäminen työuran eri vaiheissa
- stressinhallinnan ja elpymisen tukeminen sekä
- sosiaalisen kanssakäymisen edistäminen. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 219–221.)

Erilaisilla kyselytutkimuksilla päästään työ- ja toimintakyvyn arvioinnissa etenemään tiettyyn pisteeseen saakka, mutta tarkan fyysisen kunnon määrittämiseksi, on varsinainen kuntotestaus välttämätöntä. Jos verrataan lihasten voimantuotto-ominaisuuksien mittaamista kestävyyskunnan mittaamiseen, ovat molemmat varsin tärkeitä, mutta monissa tilanteissa lihaskunnan merkitys korostuu. Esimerkiksi useita työtehtäviä, tai ikäihmisten kotona selviytymistä tarkasteltaessa, tulee hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto harvoin vastaan, mutta lihasten voimantuotto-ominaisuuksilla voi hyvinkin olla ratkaiseva merkitys (Suominen, Kannus, Käyhty, Ahvo, Rahikainen, Kaikkonen, Timonen, Koivula, Berg, Salmelin & Jalkanen-Mayer 2001 243–245).

### 3.2 Mittaamisessa käytettävät laitteet

Kuten kaikessa mittaamisessa, tulee myös hermo-lihasjärjestelmän toimintaa mitattaessa, noudattaa suurta tarkkuutta niin testien suorittamisessa kuin myös erilaisten mittalaitteiden kanssa toimittaessa. Jotta pienetkin muutokset esimerkiksi urheilijan voimatasoissa pystytään mittauksella luotettavasti havaitsemaan, tulee mittalaitteiden olla kunnossa ja niiden tarkkuuden riittävä. Mittalaitteiston kalibrointi on välttämätön keino varmistaa tulosten paikkansapitävyys ja lineaarisuus koko mittausalueella sekä pienten että suurempien voimien rekisteröinnissä. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 132–133.)

Lihaksen supistuminen voidaan jakaa isometriseen ja dynaamiseen lihassupistukseen ja samaa kategorista jakoa voidaan käyttää myös hermo-lihasjärjestelmän voimantuoton mittaustapojen yhteydessä. Isometrisesti mitattaessa, nivelkulma ei muutu, kun taas dynaamisesti mitattaessa, nivelkulmassa tapahtuu muutos liikkeen aikana. Dynaamisista mittaustavoista voidaan erotella vielä isoinertiaalinen mittaus, jossa nivelkulman muutoksen nopeutta ei ole vakioitu, sekä isokineettinen mittaus, jossa nivelkulman muutosnopeus pysyy vakiona. (Mts. 132.)

Yleensä voimamittauksen periaatteena on, että mitattava voima aiheuttaa pienen muutoksen voima-anturiin, johon liitetyn mittalaitteen avulla, muutoksen suuruus voidaan määrittää. Anturiin vaikuttava mekaaninen voima pystytään siis muuntaamaan sähköiseksi signaaliksi, jonka amplitudin korkeus on verrannollinen vaikuttavan voiman suuruuteen. Antureissa syntyvät sähköiset signaalit ovat niin pieniä, että ne joudutaan usein vahvistamaan jopa monisatakertaisiksi vahvistimella. Vahvistimen avulla pystytään myös suodattamaan pois signaalin häiriöitä sekä asettamaan signaalille nollassa. (Mts. 133.)

Yleisin voimamittauksessa käytetty anturityyppi, on venymäliuska-anturi. Sen toiminta perustuu ulkoisen voiman elastiseen aineeseen aiheuttamaan muutokseen, suhteessa siihen kiinnitettyihin venymäliuskoihin. Venymäliuskat ovat ohuita metallikalvovastuksia, jotka on liimattu anturimetallin pintaan. Mitattava voima aiheuttaa anturin metallirakenteisiin muodonmuutoksia, mikä muuttaa sen vastusarvoja. Resis-

tanssin muutos voidaan mitata, ja sen avulla määrittää mitattavan voiman suuruus. (Mts. 133.) Kuviossa 8 on esimerkkinä Hur Labsin Performance Recorder -mittalaite, jonka voimaa aistivana elementtinä on juuri venymäliuska-anturi.



KUVIO 8. Hur Labsin Performance Recorder -mittalaite (Performance Recorder n.d.)

Muita voimamittauksessa käytettyjä antureita ovat kapasitiivinen ja pietsosähköinen anturi, joiden toiminta perustuu anturin kokoonpuristumiseen. Lihasen voimantuotto-ominaisuuksia voidaan mitata myös valokennojen ja kontaktimattojen avulla, jolloin toiminnan havainnointi perustuu ajan mittaamiseen. Valokennoilla voidaan luoda heittoportteja ja valomattoja, joissa tietyn infrapunavalon läpi kulkeminen käynnistää ajan mittauksen, ja toisen läpäisy vuorostaan katkaisee sen. Kontaktimatot sisältävät yleensä kontaktiliuskoja, joiden ulkoisen voiman aiheuttama yhdistyminen joko käynnistää tai lopettaa ajan mittaamisen. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 133–134.) Kontaktimatton avulla voidaan mitata esimerkiksi lentoaikoja erilaisissa vertikaali- ja pudotushypyissä.

### 3.3 Testauksen toistettavuuteen vaikuttavat tekijät

Ennen testaamista, on arvioitava käytettäväksi aiottujen testien toistettavuutta ja luotettavuutta eri hermo-lihasjärjestelmän ominaisuuksien mittaamisessa. Mittausmenetelmien ja käytössä olevien välineiden osalta täytyy arvioida, kuinka hyvin ne soveltuvat halutun ominaisuuden mittaamiseen, sillä esimerkiksi harjoittelun aiheuttamia muutoksia voimantuotossa, ei välttämättä havaita oikeanlaisina kaikilla mittausmenetelmillä. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 134–135.) Oikean testityypin ja välineiden valinnan jälkeen, kenties tärkeimpänä yksittäisenä testin toistettavuuteen vaikuttavana tekijänä, voidaan pitää testisuorituksen dokumentoinnin onnistumista.

#### Testattava

Testattavien henkilöiden harjoitustaustalla on suuri vaikutus testituloksiin, niin yksittäisissä testeissä kuin pitkällä aikavälillä tapahtuvassa seurannassa. Myös yksilön motorinen koordinaatio, lihassolusuhde hitaiden ja nopeiden lihassolujen välillä sekä hormonitoiminta, vaikuttavat testituloksiin. Ihmisen suorituskyky ei välttämättä ole samanlainen eri vuorokauden- tai vuodenaikoina, joten testit pitäisi pyrkiä järjestämään aina suunnilleen samoihin aikoihin. Testaamiseen ja erilaisiin testeihin totuttomalla henkilöllä, välittömät oppimisen vaikutukset voivat aluksi vääristää testituloksia suuresti, joten testien harjoittelu ennen varsinaisia suorituksia on paikallaan. (Mts. 134–135.)

Suoritettaessa maksimivoimatestejä, ei tuloksista saada oikeanlaisia, jollei testattava yritä parastaan. Tämä vaatiikin testiä valvovalta henkilöltä usein testattavan asianmukaista motivointia ja maksimaaliseen suoritukseen kannustamista. Maksimisuorituksen aikaansaamiseksi, vaaditaan myös riittävän pitkä tauko eri testisuoritusten välillä, jottei väsyminen pääse vaikuttamaan testituloksiin negatiivisesti. Raskasta kuormitusta tulee välttää ennen testaukseen tulemistä, ja energiavarojen on syytä olla täyteen tankattu, jottei niilläkään ole tuloksiin vaikutusta. Ensisijaisen tärkeää on myös testattavan terveenä oleminen ennen testiä ja testin aikana, varsinkin jos suoritetaan voimakasta elimistön kuormittamista vaativia testejä. Myös testattavan mahdollisesti käyttämä lääkitys, tulee testauksen yhteydessä huomioida. (Mts. 134–135.)

### **Testilaitteet**

Voimaa testattaessa, voidaan käyttää joko laboratiivisia testejä tai käytännön kenttätestejä. Laboratiivisissa testeissä käytetään tarkkoja mittalaitteita, joilla pystytään mittaamaan esimerkiksi lihasaktivaation, tehon, nopeuden tai voiman tarkkoja arvoja, suorituksen kussakin vaiheessa. Kenttätestejä käytettäessä, pystytään yleensä tarkastelemaan vain suorituksen lopputulosta, kuten mitatun maksimivoiman suuruutta, heitettyä matkaa tai hypättyä korkeutta. Laboratoriotesteissä saavutetaan kenttätesteihin verrattuna parempi toistettavuus, mutta esimerkiksi urheilusuorituksia tutkittaessa, kenttätestien etuna voi olla niiden parempi lajinomaisuus. (Mts. 135.)

Voimatestauksessa käytettävät laitteet vaikuttavat aina testituloksiin. Esimerkiksi erilaiset kuntosalilaitteet voivat toimia erilaisilla vastuseriaatteilla, niissä voi olla erimittaisia vipuvarsia, käytettävät nivelkulmat voivat vaihdella ja niin edelleen. Mitatut testitulokset ovatkin tästä syystä aina laitekohtaisia, eikä niitä välttämättä pystytä vertailemaan keskenään. Kuntosalilaitteilla tai vastaavilla mitattaessa, voi laitteiden suuri koko aiheuttaa ongelmaa lasten tai muuten lyhytkasvuisten henkilöiden kohdalla, ja vastaavasti taas erityisen pitkien henkilöiden kohdalla, joidenkin laitteiden säätövara saattaa osoittautua riittämättömäksi. Lisäksi voimamittauksissa tulee olla selvillä käytettävän vastuskuorman todellisesta painosta, ja mittalaitteiden ohella myös kuorman tulee olla kalibroituissa. (Mts. 135.)

### **Testaaja**

Toistettavuuden näkökulmasta, testaajan tulee olla hyvin perillä testien tarkoituksesta, testin käytännön suorittamisesta, testilaitteiden käytöstä ja toiminnasta sekä testattavana olevan henkilön ominaisuuksista. Testaajalla täytyy olla selkeät ohjeet, joiden avulla testattava ohjeistetaan toimimaan oikein, ja tarvittaessa testien suorittamisessa täytyy myös pystyä avustamaan. Maksimaaliseen suoritukseen kannustavan motivoinnin tulisi olla joka kerralla mahdollisimman samanlaista, eikä testattava saa missään vaiheessa testiä tuntea oloaan turvattomaksi. Testaajan vastuulla on myös suoritusten oikeellisuuden kontrollointi ja tarvittaessa virheellisten suoritteiden hylkääminen. (Mts. 135.) Ennen kaikkea testaajan tulee dokumentoida koko testaus-tapahtuma riittävän tarkasti, jotta testi olisi myöhemmin kenen tahansa toistettavissa täsmälleen samanlaisena.

### **Ympäristö**

Hermosto- ja lihaskäytön toimintaa kartoittavat testit suoritetaan yleensä sisätiloissa, joten sääilmiöillä on niiden toistettavuuteen vain harvoin vaikutusta. Sisällä testitilan tulee olla häiriötön ja testitarkoitukseen sopiva, jotta testattava saa tarvitsemansa rauhan ja yksityisyyden testin suorittamiseen, eikä ylimääräinen hälinä pääse häiritsemään testaajankaan toimintaa. Ilmankosteus ja lämpötila täytyy pyrkiä pitämään testaamiseen sopivana ja eri testikerroilla mahdollisimman samanlaisena. Jos jostain syystä kuitenkin testataan ulkona, täytyy ottaa huomioon, että lämpötila, ilmankosteus ja vallitsevat tuuliolosuhteet vaikuttavat testituloksiin ja testien toistettavuuteen. (Mts. 135.)

## **3.4 Iän, sukupuolen ja ympäristön vaikutukset testaamiseen ja testituloksiin**

### **Lapset**

Lapsuudessa hermosto- ja lihaskäytön voimantuotto-ominaisuudet kehittyvät luonnostaan muun kasvun mukana, ilman erityistä voimaharjoittelua. Voimantuottoon oleellisesti vaikuttava lihaksen poikkipinta-ala, saavuttaa luontaisen aikuiskokonsa

tyttöillä noin 10 vuoden ja pojilla noin 14 vuoden iässä. (Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet 2009, 91–92.) Murrosikään saakka, poikien ja tyttöjen välinen ero voimantuotossa on varsin pieni, mutta sen jälkeen murrosiän muutokset alkavat vaikuttaa kumpaankin sukupuoleen eri tavoin. Tyttöjen voimataso kasvaa luonnostaan enää hyvin vähän, kun taas pojilla maksimivoima alkaa kehittyä voimakkaasti muun muassa hormonaalisten syiden takia. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 135.) Harjoittelun avulla voidaan toki vaikuttaa voimatasojen kehittymiseen, mutta harjoittelemattomilla henkilöillä kehitys on edellä kuvatun kaltaista.

Lapsille kuntotestit ovat usein tuttuja kouluympäristöstä, mutta myös liikuntaharrastusten ja terveydenhuollon yhteydessä saatetaan testejä suorittaa. Useimmin hermolihaskäytännön toiminnan testaamiseen käytetään niin sanottuja kenttätestejä, joilla fyysistä kuntoa mitataan lähinnä terveyslähtökohtaisesti, ei niinkään maksimaalisen suorituskyvyn kartoittamiseksi. Kenttätesteihin lukeutuvat esimerkiksi lihasvoimaa ja -kestävyyttä mittaavat leuanvedot, etunojapunnerrukset ja vatsalihastestit, notkeutta mittaava kurotustesti sekä ketteryyttä mittaava sukkulajuoksu. Lapsilla voidaan tarvittaessa käyttää muitakin testejä, sillä hyvä tuki- ja liikuntaelimistön kunto on lapsille aivan yhtä tärkeää kuin aikuisille. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 135–136.)

Maksimivoimatestejä suoritettaessa lapset tarvitsevat aikuisia enemmän totuttelua testeihin, jotta maksimaalinen suoritus saadaan tehtyä. Lisäksi lapsilla on heikommasta glykogeenin käyttökyvystä ja maitohapon sietokyvystä johtuen, aikuisiin nähden huonompi anaerobinen suorituskyky, mikä tulee hermolihaskäytännön testeissä huomioida. Hyvin järjestetyillä testeillä voi olla lapsille ja nuorille myös kasvatuksellinen merkitys, kun he oppivat tuntemaan kehonsa fyysisiä ominaisuuksia paremmin. (Mts. 136.) Positiivisessa hengessä suoritettu kuntotesti voi myös antaa jollekin lapselle alkusysäyksen terveyttä edistävän liikuntaharrastuksen aloittamiseen.

### **Ikääntyneet**

Ikääntyneillä hermolihaskäytännön toiminnan testaamista voidaan pitää erityisen perusteltuna, sillä sen avulla pystytään selvittämään muun muassa lihasvoimien riittävyyttä päivittäisistä asioista selviämiseen. Hyvän lihaskunnon avulla voidaan eh-



käistä toimintakyvyn heikkenemistä ja ikääntymisen ei-toivottuja vaikutuksia lihaskuntoon suorituskykyyn. Hyvä lihaskunto muun muassa edistää ikäihmisen liikkumista, mikä lisää hänen itsenäisyyttään ja voi siten parantaa elämänlaatua entistä pidemmäksi aikaa.

Ikääntymisen myötä elimistössä tapahtuvia, hermo-lihasjärjestelmän toimintaan vaikuttavia biologisia muutoksia ovat esimerkiksi

- lihasmassan väheneminen varsinkin nopeiden lihassolujen osalta
- tarkkojen liikkeiden tuottamisen vaikeutuminen ja tasapainon heikkeneminen motoristen yksiköiden koon kasvun takia
- väsymisen nopeutuminen lihasten välittömien energiavarojen pienentymisen johdosta
- luuston heikkeneminen ja murtumien vaaran kasvu
- sidekudosten elastisuuden väheneminen ja
- verenpaineen nousu. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 136–137.)

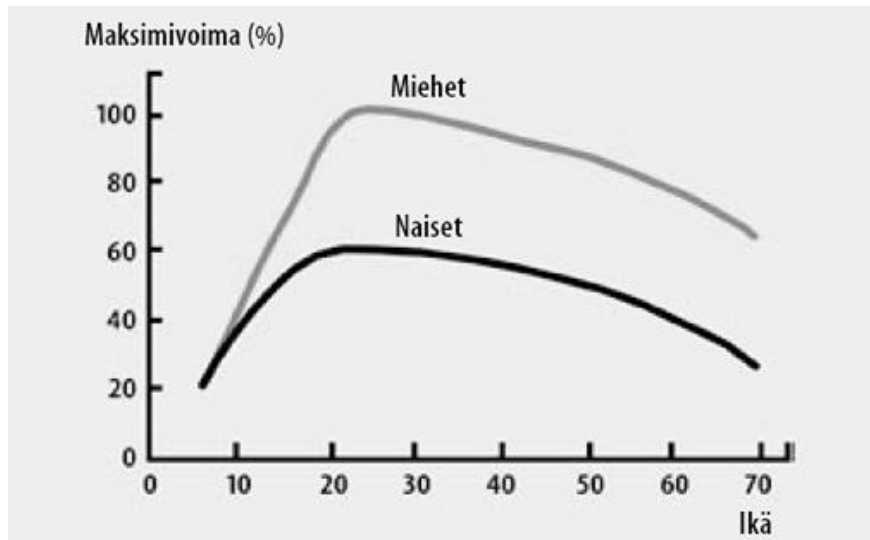
Ikääntymisen myötä usein lisääntyvien sairauksien huomioon ottaminen testattaessa on tärkeää. Fyysisen kunnan testaaminen edellyttää aina elimistön kuormittamista, millä voi varsinkin huonokuntoisilla ikääntyneillä olla negatiivisia vaikutuksia, jollei testaustapahtuman turvallisuuteen kiinnitetä erityistä huomiota. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 137.) Testaamista ja sitä seuraavaa hermo-lihasjärjestelmän harjoittamista ei kuitenkaan kannata jättää kokonaan tekemättä, sillä voimantuottoominaisuudet kasvavat harjoittelun myötä kaiken ikäisillä ihmisillä (Suominen ym. 2001, 276). Ikääntyneillä voimantuottokyky laskee eritoten inaktiivisuuden ja vähenyneen lihasmassan myötä, joten näihin seikkoihin kannattaa harjoittelijan ehdoilla toteutetun voimaharjoittelun avulla pyrkiä positiivisesti vaikuttamaan (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 137).

Erytyspiirteinä ikääntyneiden testauksessa korostuvat

- ohjauksen tarve
- testaajan ammattitaito suuremman komplikaatoriskin takia
- mahdollisten nivelten liikeratojen rajoitusten huomioiminen
- kunnollinen testeihin totuttelu ja lämmittely sekä
- rohkaisu maksimaalisen suorituksen aikaansaamiseksi (Mts. 137).

### **Sukupuoli**

Voimaerot sukupuolten välillä vaihtelevat siten, että naisilla ylävartalon maksimaalinen voimantuotto on keskimäärin 50–60 % ja alavartalon 60–70 % miesten vastavasta voimantuotosta (ks. kuvio 9). Voimaerot selittyvät suurelta osin rasvattoman kehon painon eroilla, sillä miehillä rasvatonta massaa, jota lihaksetkin ovat, on naisiin verrattuna suhteellisesti enemmän. Naisilla on miehiin verrattuna enemmän lihasmassaa ala- kuin ylävartalossaan, joten voimaero korostuu ylävartalon lihasryhmiä mitattaessa. Nopeiden ja hitaiden lihassolujen välisessä lihassolusuhteessa ei ole eroja sukupuolten välillä, mutta varsinkin nopeiden II-tyyppin solujen solukoko, on naisilla pienempi kuin miehillä. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 137.)



KUVIO 9. Maksimivoiman vaihtelu sukupuolen ja iän mukaan (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 136)

Voimaharjoittelu vaikuttaa sekä miehiin että naisiin periaatteessa täysin samalla tavalla. Miehillä voimakkaampi testosteronin erityys kuitenkin aiheuttaa suurempaa lihasmassan ja sen myötä voimantuoton kasvua pitkällä aikavälillä. Harjoittelun myötä hermostollinen lihasten aktivointikyky paranee kummallakin sukupuolella, mikä pienentää voimantuoton välisiä eroja. (Mts. 137.)

### Ympäristö

Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaamisen kannalta oleellisimpana ympäristötekijänä voidaan pitää lämpötilaa. Voimaharjoittelun aikana, elimistön energiankulutus nousee jopa 20–30 kertaiseksi perusaineenvaihduntaan verrattuna, mikä nostaa myös kehon lämmöntuottoa. Vaikka energiankulutus ja lämmöntuotto kohoavat hetkellisesti varsin korkeiksi, ei ympäristön kuumuus yleensä aiheuta luonteeltaan lyhytkestoisessa testauksessa ylitsepääsemättömiä ongelmia. Erityisesti lämpimän testausympäristön vallitessa, ja miksei muutenkin, testattavan tulee huolehtia riittävästä juomatankkauksesta ennen testiä ja sen aikana, jotta nestetasapaino pysyy kunnossa. Tämä on tärkeää, sillä jo kahden prosentin vaje kehon nestetasapainossa, vaikuttaa suorituskyykyyn heikentävästi, mikä vääristää mittaustuloksia. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 137.)

Kylmässä ympäristössä, verenkierron hiussuonet supistuvat, mikä lisää lihaskramppien riskiä. Sopivalla vaateuksella voidaan kompensoida ympäristön lämpötilaa, ja suola- ja elektrolyyttitasapainosta huolehtimisella voidaan ehkäistä krampeja. Vaikka vaateuksesta voidaan muuten vaihdella ympäristön lämpötilan mukaan, tulisi samanlaisia testejä suoritettaessa, pyrkiä käyttämään aina melko samanlaisia kenkiä. Merkittävästi erilaiset kengät voivat vaikuttaa muun muassa nivelkulmiin, ja niillä voi olla keskenään erilaisia jousto-ominaisuuksia, mikä saattaa vaikuttaa testitulosten luotettavuuteen heikentävästi. (Mts. 137.)

### **3.5 Hyvät käytänteet osaksi kuntotestausta**

Kuntotestausta tehdään varsin monenkirjavissa toimintaympäristöissä, erilaisilla välineillä ja erilaisen koulutustaustan omaavien henkilöiden toimesta. Testauskäytännöt vaihtelevat, eikä asiakkaalla ole yleensä mahdollisuutta vertailla eri kuntotestausta tarjoavien tahojen toiminnan laatua tai turvallisuutta. Suomalaisten asiantuntijoiden yhteistyönä laatima kymmenkohtainen suosituslista, perustuu sekä tutkimustietoon ja säädöksiin että käytännön kokemukseen. Hyvien käytäntöjen tavoitteena on yleisesti parantaa kuntotestaustoiminnan laatua ja auttaa myös asiakasta vaatimaan laadukkaita testauspalveluita. (Heinonen 2010, 61.) Yleisiä, kuntotestausta koskevia hyviä käytänteitä on hyvä soveltaa myös HUR-laitteilla mitattaessa.

#### **Turvallisuus**

Komplikaatioiden ja vammojen riski tulee fyysisen suorituskyvyn mittaamisen yhteydessä minimoida. Elimistön kuormittamisen täytyy tapahtua aina turvallisesti siten, että mahdolliset riskit kartoitetaan etukäteen ja huonokuntoinen tai muuten komplikaatioille altis testattava ohjataan ensin lääkärintarkastukseen. Testattavat henkilöt ja käytettävät testit asettavat ensiapuvalmiuksille niiltä vaadittavan tason. (Kuntotestauksen hyvät käytännöt 2010, 6.)

### **Eettisyys**

Testauksen tulee tapahtua aina yksilöä kunnioittaen ja siten, että testattavien yksityisyydensuoja on turvattu. Eettisyyden näkökulmasta, testaajan vastuulla on toimia oman alansa eettisten säädösten ja toimintamallien mukaan. Testihenkilöiden yksilöllisyys tulee ottaa huomioon muun muassa kuntotestin jälkeisiä liikuntasuosituksia annettaessa, ja yksityisyydensuoja tulee huomioida testiasiakirjoja ja -tuloksia käsiteltäessä. (Mts. 7.)

### **Henkilökunta ja koulutus**

Testaustoiminta on sitä turvallisempaa ja tuloksellisempaa, mitä paremman ja toimintaan sopivamman koulutuksen testihenkilöstö omaa. Testaushenkilöstön määrä tulee suhteuttaa tapauskohtaisesti, käytettävien testien ja testattavien henkilöiden mukaan, jotta testien suorittaminen on turvallista ja luotettavaa. Testauskokemuksen karttumisen ohella, kuntotestaustoiminnan laatua parantaa myös testihenkilöstön jatkuva täydennyskouluttautuminen. (Mts. 8.)

### **Testausmenetelmät, -laitteet ja -tila**

Testauksessa tulee käyttää vain sellaisia menetelmiä, joiden toimivuus perustuu tutkittuun tietoon. Laitteiden, joita testaukseen käytetään, tulee olla tarkoitukseen souvia ja luotettavia, asianmukaisesti huollettuja sekä riittävän usein kalibroituja. Testitilan ollessa sisällä, järjestetään ilmanvaihto ja jäähdytys riittäväksi, jotta lämpötila testien suorittamiseksi pysyy sopivana. Ulkona testattaessa vallitsevat olosuhteet tulee kirjata muistiin, sillä niillä voi olla suurikin vaikutus testituloksiin. (Mts. 9.)

### **Testeistä käytettävät termit ja testiohjeet**

Jokaisesta käytössä olevasta testistä tulee olla testaajalle kirjallinen työohje, sekä asiakkaalle oma versio testin kuvauksesta, jossa käytetään yhdenmukaista ja ymmärrettävää kieltä, ilman turhaa ammattisanastoa. Lisäksi on tärkeää tehdä ero mittamiseen ja arvioimiseen perustuvien testien välillä. (Mts. 10.)

### **Toiminta ennen testiä**

Ennen testiä tulee selvittää testattavan henkilön taustoja ja tavoitteita, jotta voidaan valita hänelle parhaiten sopiva testityyppi. Esitietolomakkeiden käyttö on suositelta-

vaa, sillä niiden perusteella voidaan vielä vaikuttaa tehtävään testiin tai tarvittaessa jättää testi sillä kerralla tekemättä, jos esimerkiksi lääkärintarkastukselle havaitaan aiheutta. Testattavalle tulee tarjota etukäteen selkeät valmistautumisohjeet, sekä testiä varten yksinkertaiset ja ymmärrettävät suoritusohjeet, jotka sisältävät myös testin keskeyttämiskriteerit. (Mts. 11.)

### **Toiminta testin aikana**

Testistä tulee pitää pöytäkirjaa, josta selviää tarkalleen, miten testi on tehty. Testisuorituksen tarkka kirjaaminen on tärkeää, jotta varmistetaan testin toistettavuus ja vertailukelpoisuus aiempiin testeihin nähden. Testattavan vointia täytyy seurata koko testin ajan, ja tarvittaessa testi tulee keskeyttää. Varsinkin huonokuntoisia ja ikään-tyneitä testattaessa, tulee testihenkilön tarkkailuun kiinnittää erityistä huomiota. (Mts. 12.)

### **Toiminta testin jälkeen**

Testattavan vointia täytyy testin jälkeen seurata, eritoten siinä tapauksessa, että on suoritettu maksimaalista elimistön kuormittamista vaativia testejä. Testattavan tulee saada testisuorituksesta sekä suullinen että kirjallinen palaute, jotka ovat siinä muodossa, että testattava ne ymmärtää. Testitulosten luokitteluun pyritään käyttämään yleisesti hyväksytyjä viitearvoja ja analysointimalleja, mikäli vain mahdollista. Palautteen on hyvä sisältää liikunta- ja harjoittelusuosituksia, jotka tukevat testatun henkilön kohennusta kaipaavien ominaisuuksien kehitystä jatkossa. (Mts. 13.)

### **Tietojen tallennus ja tiedonvälitys**

Testauksen yhteydessä kertyvät asiakastiedot tulee käsitellä lakien ja asetusten mukaisella tavalla, jotta asiakkaan yksityisyydensuoja säilyy. Testien aikana syntyvän tiedon tallennukselle, tietojen välittämiselle kolmansille osapuolille ja nimettömänkin testidatan käytölle tutkimustarkoituksiin, tulee saada testihenkilön kirjallinen suostumus. (Mts. 14.)

### **Laadunhallinta**

Kuntotestauksen laadunhallintaan kuuluu toiminnan kehittäminen sekä sisäisen että ulkoisen arvioinnin avulla. Säännöllisen arvioinnin ja asiakaspalautteen keräämisen

tulee olla osa testipaikan normaalia toimintaa, ja usean testaajan käsittäväillä testipaikoilla tulee harjoittaa vertaisarviointia eri testaajien välillä. Testipaikalla täytyy lisäksi olla selkeät menettelytavat testituloksiin liittyvien epäselvyyksien tarkistamiseksi, ja testausprosessin aikana raportoituja poikkeamia on hyvä käyttää toiminnan kehittämiseen. (Mts. 15.)

## **4 HUR-LAITTEIDEN ERITYISPIIRTEET**

### **4.1 Valttina pneumaattinen vastusmekanismi**

Hurin valmistamissa kuntosalilaitteissa, vastus on toteutettu pneumaattisesti eli paineilmaa hyväksikäyttäen. Kompressorilla pakataan ympäristöstä otettua ilmaa painesäiliöön, josta paineistettu ilma syötetään laitteille. Laitteella harjoiteltaessa, tehdään työtä paineilmasylinteriä vastaan, jossa vallitseva paine muutetaan männän ja männänvarren avulla mekaaniseksi voimaksi (HUR Käyttöohje 2008, 6). Nappia painamalla, saadaan lisättyä painetta laitteen sisäisessä kierrossa, ja vastus kasvaa. Vastaavasti paineen vähentäminen päästää ilmaa pois laitteen sisäisestä kierrosta, jolloin harjoittelijan kokema vastus kevenee. (Kysymykset (FAQ) n.d.)

Kyseisellä vastusmekanismilla on monia etuja. Vastuksen säätäminen painonappien tai kosketusnäytön kautta on portaaton, ja se voidaan tehdä aina laitteessa istuen, jolloin säätö on nopeaa ja vaivatonta (HUR Main Line n.d., 4). Useilla painopakkalaitteilla harjoiteltaessa, käyttäjän täytyy aina nousta laitteesta siirtämään painopakan lukitustappia, jolloin vastuksen säätämiseen kuluu enemmän aikaa. Monissa painopakkalaitteissa, lukitustappi sijaitsee myös hieman hankalassa paikassa, ja siihen yltämiseen tarvitaan vähintään reipasta kumartumista, mikä ei välttämättä onnistu kaikkein huonoimmin liikkuvilta käyttäjiltä. HUR-laitteiden vastusmekanismi myös mahdollistaa harjoittelun lähes nollavastuksella, mikä ei aina onnistu painopakkalaitteilla. Tämän ansiosta, laitteet soveltuvat hyvin käytettäväksi esimerkiksi leikkauksen jälkeisessä kuntoutuksessa, tai muuten heikot lihasvoimat omaavien harjoittelijoiden keskuudessa.

Paineilman toimiessa vastuksena, päästään eroon myös perinteisen kuntosalin ajoittain ikävistä äänimaailmasta. Metallisten painopakkojen kolina saattaa olla varsin häiritsevää, mutta HUR-laitteilla varustetulla salilla, ei edellä mainittuja ääniä kuulu. Paineilmasyntereistä lähtee käytettäessä vain hyvin mitätön suhina, eikä nykyaikainen kompressorikaan pidä suurta meteliä. Tarvittaessa kompressori voidaan vielä sijoittaa erilliseen tilaan tai koteloida, jolloin sen ajoittainen käyntiäänini vaimenee entisestään. Metallisten painopakkojen puuttuminen laiterungon yhteydestä, myös keventää laitteita huomattavasti. Painopakka on monessa perinteisessä kuntosalilaitteessa se painavin osa, ja sen puuttuessa HUR-laitteista, on ne voitu rakentaa verrattain kevyiksi ja pienikokoisiksi (ks. kuvio 10). Tämä helpottaa kuljetusta ja sijoittelua, jolloin kuntosaleja on mahdollista rakentaa esimerkiksi talojen ylimpiinkin kerroksiin, ilman ylitsepääsemättömiä kuljetusongelmia (Mts. 4).



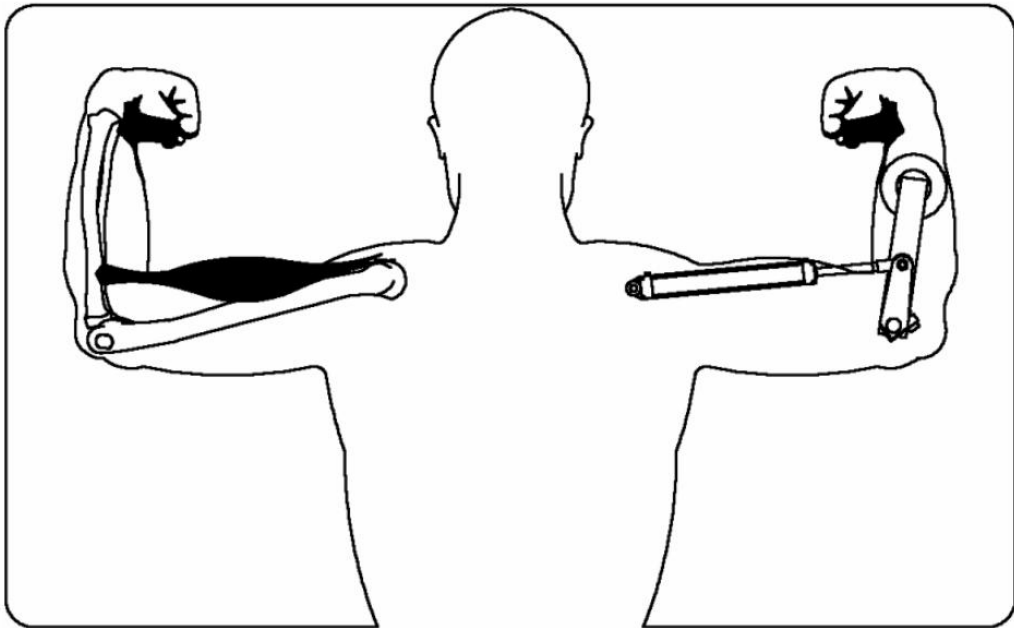
KUVIO 10. Hurin Leg Extension / Curl -laite polven ojennus- ja koukistusvoiman harjoittamiseen (HUR Health & Fitness Equipment n.d., 17)



Pneumaattisen vastusmekanismin ansiosta, osa HUR-laitteista on voitu rakentaa kaksitoimisiksi. Teknisesti katsottuna, vastuksesta huolehtivaan paineilmasynteriin voidaan vuorollaan syöttää painetta männän molemmin puolin, jolloin vastustavaa liiksuuntaa voidaan vaihtaa. Tämä tarkoittaa sitä, että samalla laitteella voidaan harjoitella vastakkaisia lihasryhmiä, kuten esimerkiksi polven ojentaja- ja koukistajalihasia (Mts. 4). Kaksitoimisia laitteita hyödyntämällä, voidaan haluttu kuntosalikokoinaisuus rakentaa paljon totuttua pienempään tilaan, jolloin mahdollisuuksia on enemmän, ja asiakaskunta laajenee. Laitteista on myös se etu, ettei harjoittelijan tarvitse nousta laitteesta jokaisen liikkeen välillä, vaan samalla laitteella voidaan harjoittaa useampia lihasryhmiä. Näin esimerkiksi liikuntavaikeuksista kärsivien henkilöiden harjoittelu helpottuu, eikä laitteen vaihtoon tarvita ulkopuolista apua niin usein.

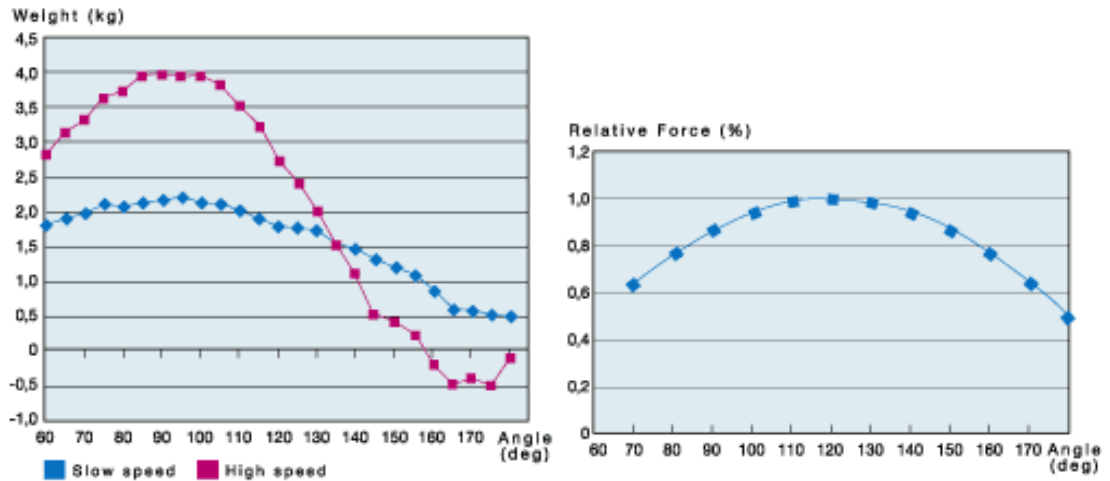
## **4.2 Luonnollinen Voimansiirto – Natural Transmission™**

Kaikki HUR-laitteet sisältävät Luonnollinen Voimansiirto – Natural Transmission™ -mekanismin, joka jäljittelee ihmiskehon lihasten ja luiden muodostamaa kokonaisuutta (ks. kuvio 11). Kyseessä on paineilmaan perustuva vastusmenetelmä, joka mukauttaa vastuksen lihaksen tuottaman voiman suuruuteen liikesuorituksen aikana. Menetelmä on kehitetty Helsingin Teknillisessä Korkeakoulussa 1980-luvulla, jolloin idea sai alkunsa biomekaniikan tutkimusten yhteydessä. Olemassa olevilla vastusratkaisuilla ei tuolloin päästy haluttuihin tuloksiin nopeasti suoritettavien liikkeiden yhteydessä, joten tieteelliselle tuotekehitykselle oli tarvetta. (Kysymykset (FAQ) n.d.)



KUVIO 11. HUR-laitteiden Natural Transmission™ -vastusmekanismi jäljittelee lihasten ja luiden muodostaman kokonaisuuden toimintaa (HUR Käyttöohje 2008, 4)

Perinteisillä painopakkalaitteilla harjoiteltaessa, painojen massanhitausvoimat vääristävät vastuskäyriä, varsinkin liikesuorituksen ollessa nopea (HUR Health & Fitness Equipment n.d., 2). Liikkeen alussa tarvitaan erityisen paljon voimaa, jotta paikallaan oleva painopakka saadaan ensin liikkeeseen. Mitä nopeammin painoja yritetään liikuttaa, sen enemmän voimaa kiihdytykseen tarvitaan. Tämän jälkeen, painot liikkuvat jonkin aikaa lähestulkoon itsestään, kun niiden massa on saatu muuttamaan liiketilansa. Liikkeen lopussa painoja täytyy käytännössä hidastaa, jotteivät ne karkaa hallitsemattomasti, ja tällöin vastus muuttuu jopa negatiiviseksi. (Kysymykset (FAQ) n.d.) Kuviossa 12 on havainnollistettu painopakkalaitteen vastuskäyrää (kuva A), jonka muoto on vääristynyt erityisesti nopeasti suoritettussa liikkeessä.



Painopakkalaitte (A)

HUR-laitte (B)

KUVIO 12. Painopakkalaitteen vastuskäyrä verrattuna HUR-laitteen vastuskäyrään (HUR Health & Fitness Equipment n.d., 2)

HUR-laitteissa paineilmalla tuotetulla vastuksella ei ole mainittavaa massaa, jolloin sitä eivät myöskään vaivaa massanhitausvoimien ongelmat. Näin ollen HUR-laitteilla harjoiteltaessa, vastuskäyrät säilyvät suunnitellunlaisina liikkeen alusta loppuun saakka (ks. kuvio 12, kuva B), huolimatta suorituksen liikenoudesta. Tämä tekee harjoittelusta tehokkaampaa ja turvallista. (Kysymykset (FAQ) n.d.) Harjoittelun tehokkuus perustuu siihen, että jatkuvasti oikealla tavalla aktiivinen vastus, vaatii harjoitettavalta lihakselta sekä konsentristä että eksentristä supistustapaa, jolloin lihas ei pääse lepäämään liikkeen missään vaiheessa. Luonnollinen Voimansiirto myös sovitaa vastuksen liikkeen aikana muuttuvan nivelkulman mukaan, jolloin parhaan voimantuoton alueella on eniten vastusta, ja heikommalla alueella vastaavasti vähemmän (Luonnollinen voimansiirto – Natural Transmission™ n.d.).

### 4.3 HUR Rehab Line

Hurin Rehab Linen laitteet perustuvat pitkälti Main Linen peruslaitteisiin, mutta niissä on joitain lisäominaisuuksia, joilla on tarkoitus helpottaa laitteen käyttöä, muun muassa kuntoutustoiminnan yhteydessä. Rehab-laitteiden vipuvarret ovat Main Linen

laitteisiin verrattuna paremmin säädettävissä, ja laitteissa on tukikahvoja helpottamassa niihin asettumista ja pois pääsyä. Tukikahvat tulevat tarpeeseen varsinkin iäkkäämpien käyttäjien ja liikuntarajoitteisten kohdalla (HUR Käyttöohje 2008, 5).

Kuvat Rehab-laitteista, ja selitykset kullakin laitteella harjoitettavista lihaksista, ovat työn liitteenä (liite 2). Rehab Line koostuu seuraavista laitteista, joista osa on kaksitoimisia:

- Push Up / Pull Down
- Abdomen / Back
- Twist
- Adduction / Abduction
- Leg Extension / Curl
- Leg Press
- Leg Press Incline (HUR Rehab Line n.d., 4–5).

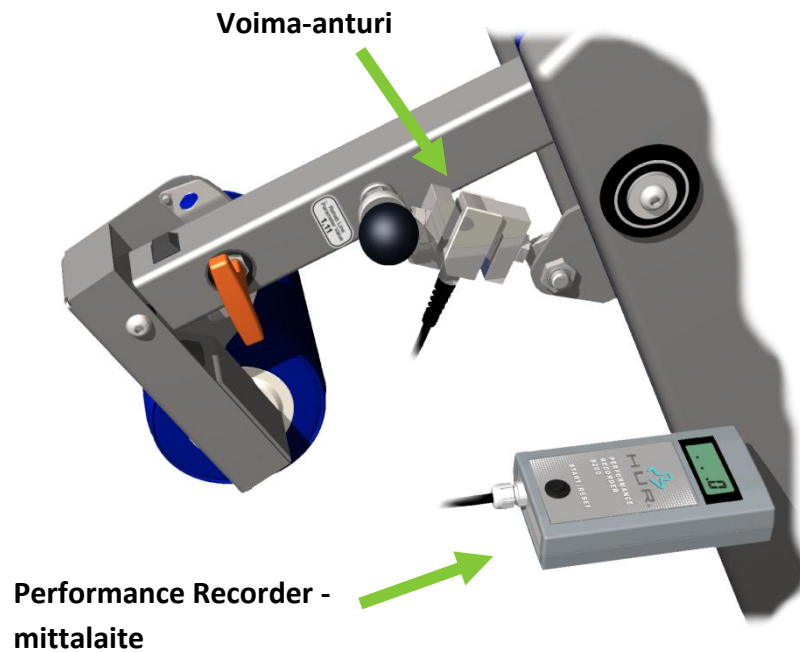
Rehab-laitteissa on säädettävät liikerajoittimet, joilla vipuvarsiensa liikelaajuutta voidaan rajata vastaamaan kunkin käyttäjän henkilökohtaisia vaatimuksia. Liikerajoittimien avulla, voidaan esimerkiksi polvenojennuslaitteessa estää vipuvarren painuminen vastuksen voimasta liian alas. Tästä on hyötyä, jos harjoittelijana on polvileikkauksesta toipuva kuntoutuspotilas, ja liikeradan täytyy säilyä maltillisena. Liikerajoittimet lisäävät huomattavasti harjoittelun turvallisuutta, kun nivelen rasittumista ääri-asennoissa ei tarvitse pelätä (HUR Rehab Line n.d., 2).

Liikerajoittimien avulla voidaan pienentää laitteen liikeratoja myös siinä tapauksessa, että harjoittelija ei ole riittävän pitkä. Esimerkiksi Push Up / Pull Down -laitteessa alasvetoa tehtäessä, paineen lisääminen laitteeseen, aiheuttaa vipuvarren nousemisen aluksi melko korkealle, jolloin siihen saattaa lyhemmän henkilön olla hankala ylettyä istuma-asennosta. Säädettävällä liikerajoittimella, voidaan tässä tapauksessa estää vipuvarren nouseminen liian korkealle.

Oleellisin lisäominaisuus Rehab-laitteissa, on kuitenkin mahdollisuus mitata isometristä voimaa. Kaikki Rehab-laitteet sisältävät anturiliitännän, johon erillinen Performance Recorder -mittalaite voimamittausantureineen on mahdollista liittää (HUR Rehab Line n.d., 2). Isometrisen maksimivoiman mittausmahdollisuus on poikkeuksellisen merkittävä etu, sillä harvalla laitteella on mahdollisuus sekä suorittaa voimaharjoittelua että mitata sillä aikaansaatuja tuloksia. Lisäksi useilla Rehab-laitteilla mitaaminen onnistuu yksi raaja kerrallaan, mikä mahdollistaa testihenkilön lihastaspainon tarkastelun kehon vasemman ja oikean puolen välillä.

#### **4.4 Voimamittauksessa käytettävä laitteisto**

HUR-laitteilla isometristä voimaa mitattaessa käytetään Hur Labsin markkinoimaa Performance Recorder -mittalaitetta. Kannettavan mittarin toiminta perustuu venymäliuska-anturiin, ja sitä voidaan käyttää sekä yhdessä tietokoneohjelmiston kanssa että itsenäisenä laitteena. Performance Recorder koostuu kuvion 13 mukaisesti voima-anturista ja digitaalisesta näyttölaitteesta, joka mittaa anturilta tulevaa tietoa 100 kertaa sekunnissa ja esittää korkeimman saavutetun arvon näytöllä (Performance Recorder n.d., 2).



KUVIO 13. Performance Recorder -mittalaite ja voima-anturi kiinnitettyinä Leg Extension / Curl -laitteeseen (Performance Recorder Ohjelmisto 2010, 9).

Performance Recorder -mittalaitteen käyttämiseksi tarvitaan anturiliitännällä varustettu HUR-laite, jonka avulla isometristä voimaa tuotetaan. Mittauksen jälkeen, näyttölaitteen esittämä lukuarvo on ilmoitettu kilogrammoina voima-anturin kohdalla. Laitteen mittaama voima-arvo on siis automaattisesti muunnettu laitteen sisäisellä kalibrointikertoimella vastaamaan massaa. Tällä on pyritty mittaustuloksen helpompaan ymmärrettävyyteen, vaikka kilogramma ei suoranaisesti olekaan voiman yksikkö. Jokaiselle laitteelle on myös määritetty oma muuntokerroin (Rehab-parametri), jonka avulla mittalaitteen näyttämä tulos voidaan muuntaa väännöksi laitteen sisäisen vipuvarren akselilla. (Hietala 2011.) Muuntokerroin on laskettu laitteen rakenteen ja voima-anturin muodostaman geometrian pohjalta.

Mittalaitteen näyttämä tulos voidaan muuntaa väännöksi seuraavalla kaavalla:

$$\begin{aligned} \text{mittalaitteen tulos [kg]} \times \text{laitekohtainen muuntokerroin [m}^2/\text{s}^2] \\ = \text{todellinen vääntömomentti [Nm]} \end{aligned}$$

Todellinen massa voimantuottokohdassa lasketaan puolestaan seuraavasti:

$$\frac{\left( \text{mittalaitteen tulos [kg]} \times \text{laitekohtainen muuntokerroin} \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right] \right)}{\left( \text{laitteen vipuvarren pituus [m]} \times \text{putoamiskiihtyvyyden arvo} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \right)}$$

= voimantuottokohdassa vaikuttava todellinen massa [kg]

(vrt. Rauhala 2011.)

### Esimerkki 1.

Push Up / Pull Down -laitteella mitataan henkilön isometrinen maksimivoima pystypunnerruksessa. Mittalaite antaa tuloksen 155 (kg), joka on siis anturin kohdalla vaikuttava massa. Tulos halutaan muuntaa vääntömomentiksi, joten tarvitaan laitekohtaista muuntokerrointa, joka Push Up / Pull Down -laitteella on  $1,96 \text{ (m}^2/\text{s}^2)$ .

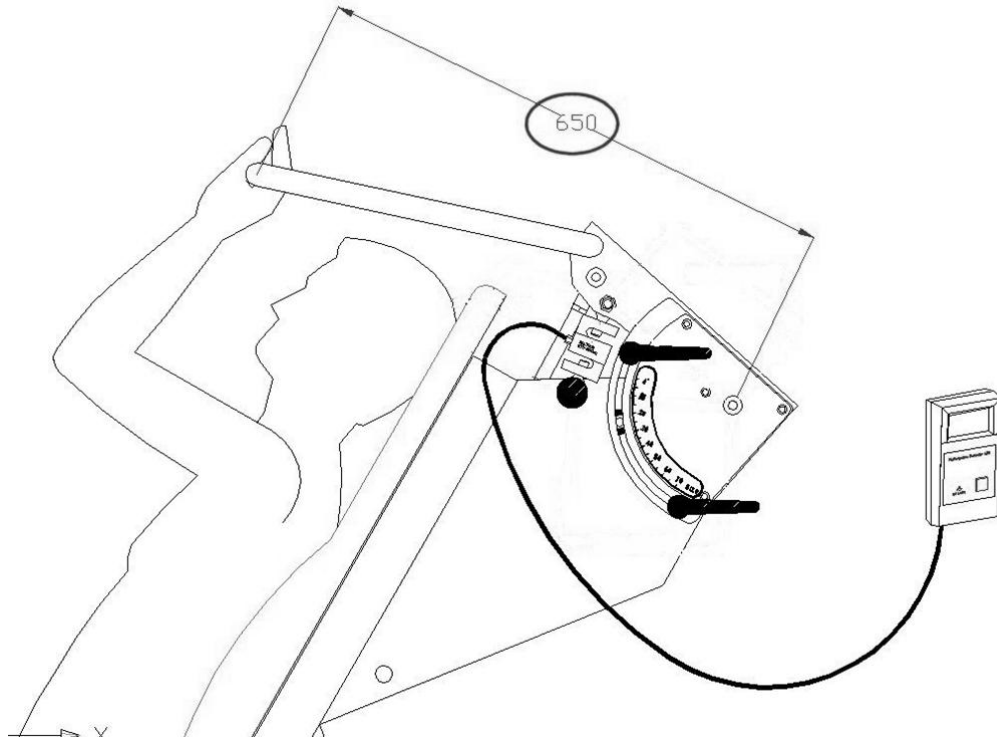
$$155 \text{ kg} \times 1,96 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 303,8 \text{ Nm} \approx 304 \text{ Nm}$$

Laitteen sisäisen vipuvarren akselilla vaikuttava vääntömomentti on siis likimain 304 Newtonmetriä.

Tulos halutaan vielä tietää niin sanottuna todellisena massana voimantuottokohdassa eli esimerkkitapauksessa vipuvarren otekahvan kohdalla. Hurin käyttämän periaatteen mukaisesti, voima-arvo ilmoitetaan massaksi muunnettuna, jotta tuotetun voiman määrä olisi helpommin hahmotettavissa. Edellisten arvojen lisäksi täytyy tietää vielä vipuvarren pituus, joka ko. laitteessa on 0,65 m (ks. kuvio 14) sekä putoamiskiihtyvyyden arvo, joka on likimain  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

$$\frac{\left( 155 \text{ kg} \times 1,96 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right)}{\left( 0,65 \text{ m} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} = 47,643 \dots \text{ kg} \approx 48 \text{ kg}$$

Vipuvarren otekahvan kohdalla vaikuttava todellinen massa on siis likimain 48 kilogrammaa.



KUVIO 14. Vipuvarren pituus Push Up / Pull Down -laitteessa (Performance Recorder Ohjelmisto 2010, 24)

## 5 MITTAUSOHJEEN LAATIMINEN

### 5.1 Olemassa olevan tiedon kartoittaminen

Mittausohjeen laatimista suunniteltaessa, ajatus oli ensin kartoittaa, kuinka paljon HUR-laitteilla on aiemmin mitattu, ja minkälaisen pohjan käytössä olevat mittausmenetelmät ja saadut tulokset antaisivat uudelle ohjeelle. Tällä pyrittiin välttämään sitä, että tehty ohje poikkeaisi täysin aiemmin käytetyistä toimintamalleista, eikä jo kerättyjä mittaustuloksia pystyittäisi jatkossa enää millään tavalla hyödyntämään. Tarkoituksena oli myös löytää mittauksia suorittaneiden tahojen joukosta käytännön kokemuksen mukanaan tuomaa tietoa, jota pystyittäisiin hyödyntämään ohjeen laatimisessa.



Ensin otettiin alustavasti yhteyttä kahteen kotimaiseen toimijaan, joiden oletettiin mitanneen isometristä voimaa HUR-laitteilla. Osoittautui, että kokkolalaisen Welmedin toimesta on mitattu viime vuosina paljonkin, joten asiaa ryhdyttiin viemään pidemmälle Welmedin suuntaan. Myös Laurea-ammattikorkeakoulun Mikko Juliniin oltiin yhteydessä ja sieltä saatiin vinkkejä kahdesta opinnäytetyöstä, jotka koskivat HUR-laitteilla mittaamista. Molemmissa on tarkasteltu HUR-laitteilla mittaamisen luotettavuutta, ja ne sisältävät muutamaa laitetta koskevat mittausohjeet, jotka on laadittu luotettavuustutkimusta varten.

Hakalan ja Sihvosen opinnäytetyön mittausohjeet koskevat Leg Extension / Curl ja Abdomen / Back -laitteita (Hakala & Sihvonen 2007, 42–43). Björklundin, Huttusen ja Rajalan opinnäytetyössä on puolestaan keskitytty Leg Press Incline, Leg Press ja Adduction / Abduction -laitteisiin (Björklund, Huttunen & Rajala 2007, 36–37). Kuitenkin Welmediltä löytyi määrällisesti enemmän mittauskokemusta ja ei-opiskelijälähtöistä tietoa, joten sen hyödyntämisen katsottiin olevan järkevintä.

Welmed Labs on toimintakyvyn mittaamiseen ja mittausmenetelmien kehittämiseen erikoistunut laboratorio, joka toimii yhteistyössä Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen sekä muiden alueen yritysten kanssa. Ohjeistuksen rakentamisen tiimoilta, oltiin yhteydessä Welmedin Gerd Laxåbackaan. Laxåback on fysioterapeutti ja Welmed Labsin projektisuunnittelija. Osoittautui, että hänellä on vuosien varrelta kattava kokemus HUR-laitteilla mittaamisesta, ja siksi hänen saamistaan mukaan mittausohjeen rakentamiseen pidettiin tärkeänä.

Perimmäinen ongelma HUR-laitteilla mittaamisessa ei ollut se, ettei mittaamista osattaisi kunnolla suorittaa. Mittaaminen itsessään on tehty varsin yksinkertaiseksi, mutta ongelma muodostui siitä, että eri toimijat mittasivat kukin omalla tavallaan, jolloin mittaustulosten keskinäinen vertailtavuus menetettiin. Welmed Labsilla on käytössään kaksi Hurin Rehab-laitetta, Leg Extension / Curl ja Adduction / Abduction, joilla molemmilla on mitattu varsin paljon. Näin ollen oli järkevää ottaa Welmedin käyttämä mittaustapa ohjeen pohjaksi kahden edellä mainitun laitteen osalta, koska silloin kaikki aiemmat, mainituilla laitteilla saadut mittaustulokset, olisivat vertailukelpoisia tulevien mittaustulosten kanssa.

## 5.2 Asiantuntijan konsultointi

Opinnäytetyöprosessin aikana suoritettiin aloituspalaverin sisältäneen vierailun lisäksi kaksi matkaa Kokkolaan. Ensimmäisellä vierailulla käytiin Welmed Labsin tiloissa, jossa asiantuntijana toimineen fysioterapeutti Gerd Laxåbackan kanssa käytiin läpi kahdella HUR-laitteella mittaamista. Paikalla oli myös Hur Oy:n tutkimus- ja tuotekehitysjohtaja Ville Hietala. Kyseisen päivän aikana, Rehab-laitteista käytiin läpi Leg Extension / Curl ja Adduction / Abduction, joilla Laxåback on suorittanut eniten isometrisiä voimamittauksia. Mainittujen kahden laitteen tarkan läpikäynnin aikana, muodostui tiettyjä yleisiä HUR-laitteilla mittaamisessa käytettäviä periaatteita, joita päädyttiin käyttämään kaikkien laitteiden kohdalla.

Tärkein johtoajatus tulevaan mittausohjeeseen oli se, että mitattaessa pyrittäisiin eristämään mittauksen kohteena olevat lihakset mahdollisimman hyvin, vaikka se tarkoittaisikin pienempiä saavutettuja voima-arvoja. Tällä päästäisiin siihen, että tulokset kuvaisivat paremmin juuri mitattavan lihaksen voimaa, eikä mukaan liittyisi suurta joukkoa muun kehon lihaksia. Ensimmäisen vierailun aikana kävi myös ilmi, että Leg Extension / Curl ja Adduction / Abduction -laitteita on käytetty paljon ikäihmisten, kaatumisenesto-hankkeessa olevien sekä proteesi- ja leikkauspotilaiden voimamittauksissa (Laxåback 2011a). Näille ryhmille mainituilla laitteilla mittaamisesta on suurin hyöty, joten niitä voidaan pitää kenties tärkeimpinä Rehab-sarjan laitteina kuntoutusta ajatellen. Merkittäviä ensimmäisen konsultointimatkan vinkkejä olivat myös yleiset turvallisuusohjeet mittaukseen liittyen.

Toisella vierailukerralla käytiin Laxåbackan kanssa Kokkolan Actilife-kuntosalilla, jossa oli kokeiltavissa lisää Hurin Rehab-laitteita: Abdomen / Back ja Push Up / Pull Down. Yhteistyössä tehtiin jälleen tiettyjä mittausasennon vakioimista helpottavia periaatepäätöksiä, jotta kaikki tulevat mittaukset olisi helpompi suorittaa samalla tavalla. Push Up / Pull Down -laitteen kohdalla merkittävimmät huomiot koskivat tukivyön käyttämättä jättämistä, sekä ylöspäin suuntautuvan isometrisen suorituksen rajoituksia tietyillä testiryhmillä. Abdomen / Back -laitteella, varsinkin selkäliahasten ojen-

nusvoiman mittaamiseen käytettävän asennon vakiointi osoittautui hieman haastavaksi, koska laite soveltuu kuitenkin paremmin vatsa- kuin selkälihasten mittaamiseen.

Toisen vierailun aikana käytiin myös Hurin tehtaalla, jossa käytiin läpi vielä kaksi puuttuvaa laitetta: Twist ja Leg Press. Myös näiden laitteiden kohdalla pyrittiin noudattamaan valittuja mittausperiaatteita, jotta koko laitesarjalla mittaaminen olisi mahdollisimman johdonmukaista. Ainoaksi miinuspuoleksi jäi se, ettei seitsemättä ja viimeistä Rahab-laitetta, Leg Press Inclinea, löytynyt lähemmin tarkasteltavaksi. Inclinea valmistetaan muihin Rehab-laitteisiin verrattuna sen verran harvemmin, ettei yhtään kyseistä laitetta sattunut vierailun aikana olemaan edes Hurin tehtaalla.

## **6 ISOMETRINEN VOIMAMITTAUS HUR-LAITTEILLA**

### **6.1 Mittaamisen yleiset periaatteet**

Lämmittely ennen varsinaista suoritusta on hyväksi todettu toimintatapa, jota tulee noudattaa myös HUR-laitteilla mitattaessa. Vammojen ehkäisemiseksi, voimamittaukset on hyvä aloittaa muutamalla lämmittelysuorituksella, joiden aikana lihasjännitustasoa nostetaan asteittain kohti testihenkilön maksimia (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 139). Lämmittelysuoritusten aikana voidaan myös varmistaa, että testihenkilö suorittaa voimantuoton oikein. Mahdollisiin tekniikka- tai asentovirheisiin kannattaa puuttua jo tässä vaiheessa, kun suoritusta ei vielä tehdä täydellä teholla, jotta vältetään vahingoilta maksimisuorituksissa.

On tärkeää motivoida testattava tekemään täysin maksimaalinen suoritus, jotta tulos kuvaisi mahdollisimman hyvin testattavan sen hetkistä voimatasoa. Myös suorituksen aikana on hyvä kannustaa testattavaa, jotta voimantuoton aikana päästään todelliseen maksimiin. Mitattaessa maksimivoimaa, tulee kaiken kannustamisen keskellä kuitenkin muistaa, että kipu on voimantuottosuorituksen vasta-aihe (Laxåback 2011a). Mikäli testattava tuntee kipua suorituksen aikana, on mittaaminen keskeytettävä välittömästi.

Nykyäsevää voimantuottosuoritusta ei tule millään laitteella mitattaessa sallia. Kaikenlaiset potkut ja nykäykset ovat voimantuoton aikana kiellettyjä, koska niillä saadaan aikaan epärealistisen korkeita voimatasoja, eikä tulos tällöin enää kuvaa haluttuja asioita. Testi tulee suorittaa siten, että ensin vedetään keuhkot täyteen ilmaa, jonka jälkeen maksimaalinen voimataso tuotetaan rauhallisesti uloshengityksen aikana. Hengityksen pidättäminen voimakkaan isometrisen suorituksen aikana ei ole missään tapauksessa suositeltavaa. Laxåback (2011a) kertoo, että varsinkin sydänpotilaita ja ikääntyneitä tulee muistuttaa hengittämisen tärkeydestä testin aikana, jotta välttyttäisiin niin kutsutulta Valsalvan efektiltä. Valsalvan efektissä verenkulku aivoihin vaikeutuu, jolloin syntyvä happivaje saattaa aiheuttaa tajunnan menetyksen. Hallittu uloshengitys voimantuottosuorituksen aikana paitsi lisää mittauksen turvallisuutta, myös parantaa tulosta. (Laxåback 2011a.)

Performance Recorder Softwarea käytettäessä, ohjelma neuvoo mittaamaan isometrisen maksimisuorituksen kolme kertaa per mitattava lihasryhmä. Yhdelle testihenkilölle tulee siis yhteensä 6–12 isometristä suoritusta käytettävästä laitteesta riippuen, koska mittauksia voidaan tehdä esimerkiksi yksi raaja kerrallaan. Samaa määrää kannattaa käyttää, vaikka mitattaisiin ilman tietokoneohjelmaa, jotta saadaan oppimisen myötä saavutettavat lisäkilot mukaan suoritukseen. Yhden voimantuottosuorituksen keston tulee olla viisi sekuntia (Laxåback 2011b). Sen pidempiä isometrisiä suorituksia ei tule sallia komplikaatioiden välttämiseksi, sillä voimakas isometrinen jännitys vaikeuttaa verenkiertoa ja nostaa sitä kautta verenpainetta. Suoritusten välillä tulee antaa riittävästi aikaa palautumiselle, testattavasta lihasryhmästä ja testihenkilöstä riippuen, noin yhdestä kahteen minuuttia (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 139).

Vaikka HUR-laitteilla mitattaessa pyritään eristämään mittauksen kohteena oleva lihas mahdollisimman hyvin, useimmilla laitteilla mitattaessa, työhön osallistuu aina useita lihaksia. Varsinaisen suorittavan lihaksen tai lihasryhmän lisäksi, mukana on joukko asentoa ylläpitäviä ja liikettä tukevia lihaksia, mikä on Laxåbackan (2011b) mukaan hyvä pitää mielessä tuloksia tarkasteltaessa. Vaikka olisi mitattu esimerkiksi vain selän ojennusvoimaa Abdomen / Back -laitteella, on tulokseen ollut vaikuttamassa alaselän lihasten lisäksi jossain määrin myös jalkojen lihaksia. Näin ollen mitaustulokset ovat aina enemmän liike-/laittekohtaisia kuin tarkasti lihaskohtaisia.

Kuten kaikessa kunto- ja hermo-lihasjärjestelmän toiminnan testauksessa, myös HUR-laitteilla isometristä voimaa mitattaessa, tulee kiinnittää huomiota mittaustapahtuman asianmukaiseen raportointiin. Kaikilla laitteilla mitattaessa, käytetyt säädöt on erityisen tärkeää merkitä muistiin, jotta samoja asetuksia voidaan käyttää testihenkilön seuraavissakin mittauksissa. Testihenkilön eri aikoina suorittamien voimamittausten tuloksia ei voida vertailla luotettavasti keskenään, mikäli kaikilla mittauskerroilla ei ole käytetty samoja laitteiden säätöjä. Mikäli käytettäviä säätöjä joudutaan ajan myötä muuttamaan esimerkiksi nuoren henkilön pituuskasvun takia, pystytään se riittävän raportoinnin ansioista ottamaan tuloksia analysoitaessa ja vertaillaessa huomioon.

Huomionarvioista on myös laitteiden liikerajoittimien säätäminen siten, että ne ovat äärimmilleen auki ja sallivat koko vipuvarren liikealueen käyttämisen. Vaikka voimaanturi lukitseekin vipuvarren paikalleen tiettyyn asentoon, eikä liikettä juuri tapahdu, saattaa väärään kohtaan kiristetty liikerajoitin pahimmassa tapauksessa estää maksimaalisen voimantuoton johtumisen anturia vasten. Lisäksi vipuvarren liikealuetta rajaamaan kiristetyt liikerajoittimet voivat vaikeuttaa anturin paikalleen kiinnittämistä, joten ne on syytä säätää heti ensimmäiseksi pois tieltä.

## 6.2 Laitekohtaiset mittausohjeet

### 6.2.1 Push Up / Pull Down Rehab

Laxåbackan (2011b) mukaan, tärkeänä turvaohjeena on hyvä huomioida, että sydän-sairaus on vasta-aihe kyseisellä laitteella mittaamiselle. Sydänpotilailla kaikki ylöspäin suuntautuva isometrinen työ on kiellettyä, koska se aiheuttaa tarpeetonta kuormitusta jo valmiiksi poikkeavasti toimivalle sydämelle, Laxåback muistuttaa.

Pystypunnerruksessa ja alasvedossa käytetään kyynärnivelen kulmaa 90 astetta, mikä säädetään laitteen istuimen korkeutta muuttamalla. 90 asteen nivelkulman käyttäminen on perusteltua, koska se pystytään tarvittaessa asettamaan myös silmämääräisesti lähes oikein, mikäli kulmamittaria ei ole käytettävissä. 90 asteen kulma myös riittää varmistamaan sen, ettei kyynärniveleen kohdistu liian pienestä kulmasta johtuvaa, ei-toivottua räsitusta.

E erityisen pitkillä tai lyhyillä henkilöillä mainittuun kulmaan ei välttämättä päästä istuimen säätövaran loppuessa. Tällöin poikkeava nivelkulma tulee merkitä ylös, jotta tulos osataan jättää huomioimatta kaikki ko. laitteen mittaustulokset yhteen kokoa- vasta vertailusta. Poikkeavalla nivelkulmalla mitattu tulos ei ole vertailukelpoinen muiden tulosten kanssa, joten niitä ei pidä sotkea keskenään. Voimatasojen vertailu henkilön omien, eri aikoina suoritettujen mittaustulosten kesken on toki mahdollista, vaikka niin sanottua standardikulmaa ei voitaisikaan käyttää. Lyhyillä henkilöillä voidaan myös käyttää apuna istuimen lisätyynyä, jonka avulla istumakorkeutta voidaan kasvattaa jonkin verran.

Jalat pidetään suorituksen aikana 90 asteen kulmassa lattialla, ja koko selän tulee alaselkää myöten tukea selkänojaan. Suoran kulman käyttäminen helpottaa taas asennon määrittämistä ilman kulmamittaria, vaikka polvikulma ei tässä mittauksessa oleellisin asia olekaan. Alaselän pysyminen kiinni selkänojassa on tärkeää, jottei voimantuotto kohdistu liiaksi rintalihasten puolelle asennon muuttumisen seurauksena. Laxåbackan (2011b) mielestä pään oikea asento mitattaessa on paljon kiinni testi- henkilön ryhdistä, sillä tavoitteena on mahdollisimman neutraali mittausasento. Esi-

merkiksi pään väkisin taivuttaminen kiinni selkänojaan pelkästään se takia, että pää sen jälkeen olisi säännönmukaisesti kiinni selkänojassa, ei ole suositeltavaa. Huonoryhtisellä ihmisellä pää voi siis jäädä irti selkänojasta, ja normaaliryhtisellä pää nojaa selkänojaan, jotta suoritusasento saadaan kullekin testattavalla mahdollisimman tukevaksi ja turvalliseksi.

Laxåback (2011b) muistuttaa, että myös ranteen asentoon kannattaa varsinkin pystypunnerruksessa kiinnittää huomiota. Ranteen tulisi olla suorassa, tai ainakin otekahvan tulee olla niin sanotusti kyynärvarren jatkeena kämmenen alaosassa, jotta vältetään ranteen vääntyminen huonoon asentoon voimantuoton aikana. Ranteen oikea asento löytyy ihmisillä varmasti melko luonnostaan, mutta jos mitattavana on henkilö, jolla ei ole esimerkiksi minkäänlaista liikuntataustaa, kannattaa testaajan kiinnittää seikkaan erityistä huomiota vammojen välttämiseksi.

Laitteen tukivyyötä (ks. kuvio 15) ei Push Up / Pull Down -laitteella mitattaessa käytetä. Tämä tehdään Laxåbackan (2011a) mukaan siitä syystä, että ilman vyön antamaa lisätukea, pystytään varsinkin alasvedossa voimantuotto paremmin eristämään haluttuihin lihaksiin. Kiinnitetty tukivyyö myös altistaisi laitteen rakenteen ja tukivyyön kestävyysden erittäin vahvoja henkilöitä mitattaessa tarpeettomalle koetukselle. Tukivyyön käyttämättä jättäminen aiheuttaa sen, että maksimaalista alavetosuoritusta tehtäessä, testattavan takapuoli irtoaa helposti istuimelta. Suorituksen aikana tulee valvoa, ettei näin pääse tapahtumaan, vaikka kosketus väistämättä hiukan kevenee-kin. Alavetosuoritus on testatusti mahdollista tehdä ohjeen mukaan, joten takapuolen istuimelta irtoamisen sisältävät suoritukset tulee hylätä, Laxåback (2011a) korostaa.



KUVIO 15. Push Up / Pull Down Rehab -laite (HUR Rehab Line n.d., 6)

Tarvittaessa Push Up / Pull Down -laitteella voidaan mitata myös yksi käsi kerrallaan, jolloin alasvedon aikainen takapuolen istuimelta irtoaminen vähenee huomattavasti. Yhdellä kädellä tehty alasvetosuoritus tosin aiheuttaa pientä asennon epävakautta ja asennon ylläpitäminen tukevien lihasten avulla korostuu. Vasemman ja oikean puolen erikseen mittaaminen mahdollistaa käsien välisen lihastasapainon tarkastelun.

### 6.2.2 Abdomen / Back Rehab

Vartalon koukistuksessa ja ojennuksessa ylävartalon tulee olla lähtöasennossa mahdollisimman pystysuorassa, mikä määräytyy anturiliitännän ja istuimen paikan säädön mukaan. Mahdollisimman pystysuoran mittausasennon käyttäminen helpottaa alkuasennon vakiointia, koska se voidaan määrittää melko hyvin silmämääräisesti. Lisäksi kulma pienenee vartalon koukistuksessa ja kasvaa vartalon ojennuksessa voimantuoton aikana sen verran, että päästään paremman voimantuoton alueille, eikä mittausasento tunnu niin luonnottomalta.



Vartalon koukistuksessa vipuvarren rullan korkeus tulee säätää rintalastan puoliväliin istuimen korkeutta ja rullan asentoa muuttamalla. Rullan kohdistus tehdään rintalastan puoliväliin sen takia, että se on helppo määrittää, ja rintavilla naistestattavilla rulla saadaan riittävän ylös, muttei kuitenkaan vielä lähelle kaulaa. Istuimen paikka eteen-taakse -suunnassa tulee säätää siten, että ylävartalo on mahdollisimman suorassa. Vartalon ojennuksessa rullan korkeus tulee säätää lapaluiden puoliväliin, ja istuimen paikka eteen-taakse -suunnassa siten, että ylävartalo on mahdollisimman suorassa. Lapaluita on hyvä käyttää asennon vakioinnin mittarina, koska siihen ei taaskaan tarvita erityisiä välineitä. Käytetyt laitteen säädöt on Laxåbackan (2011b) mukaan molemmissa mittauksissa syytä kirjata ylös, jotta samoja säätöjä pystytään käyttämään jokaisella mittauskerralla tietyn testihenkilön kohdalla. Yhteensä kirjattavia säätökohtia löytyy kolme: vipuvarren rullan asento, istuimen korkeus ja istuimen paikka eteen-taakse -suunnassa (ks. kuvio 16).



KUVIO 16. Abdomen / Back Rehab -laite (HUR Rehab Line n.d., 6)

Käsivarret pidetään vartalon koukistuksessa vapaasti vartalon sivuilla, jottei testattava käytä rullan työntämisessä käsivoimia apuna. Laxåback (2011b) pitää tärkeänä,

että vartalon koukistuksessa jalat pidetään rentoina lattialla laiterungon etupuolella, jotta jalkojen käyttö apuna minimoitaisiin. Vartalon ojennuksessa testattavan tulee pitää Performance Recorder -mittalaitetta molemmin käsin, jottei hän pääse käsillä auttamaan liikkeessä. Ojennusvoimaa mitattaessa jalat pidetään asennon tukevoittamiseksi 90 asteen kulmassa laiterungon päällä, mutta testaajan tulee valvoa, ettei testihenkilö työnnä jaloilla suorituksen aikana ja aiheuta siten lisävoimaa (Laxåback 2011b). Tarkoitus on kuitenkin mitata vain alaselän lihasten isometristä ojennusvoimaa, ei jalkalihasten voimantuottoa.

### 6.2.3 Twist Rehab

Vartalon kierrossa anturiliitännän paikka keskittää jalkatuet suoraan eteenpäin, joten niiden paikkaa ei tarvitse vakioida erikseen. Kapean, pystysuunnassa liikkuvan selkänöjan korkeus tulee säätää mahdollisimman alas, jotta se ei mahdollistaisi lisävoiman tuottamista kyynärpäiden avulla. Selkänöjan ollessa liian korkealla, testattava pystyy työntämään nojaa kyynärpäällään, jolloin mitattavana olevien vinojen vatsalihasten käyttötarve pienenee. Käsillä pidetään kiinni laitteen otekahvoista, ja selkä tulee pitää suorana, kiinni selkätuissa.

Monilla muilla laitteilla mitattaessa käsien käyttö ja otekahvoihin tarttuminen on kiellettyä, mutta vartalon kierrossa käsien käyttäminen ylävartalon asennon vakioimiseksi on välttämätöntä. Ilman otetta laitteen kahvoista, testattava ei pystyisi tuottamaan lainkaan voimaa vinoilla vatsalihaksilla, koska ylävartalo kiertäisi karkuun vastakkaiseen suuntaan. Laxåbackan (2011b) mukaan jalkaterät tulee kuitenkin pitää suorituksen aikana suoraan ylöspäin, jotta liiallinen vääntäminen jaloilla minimoitaisiin.

Testattaessa ilmeni, että Twist-laitteeseen pääsyä helpottaa, jos mittausanturi kiinnitetään vasta, kun henkilö jo istuu laitteessa. Muutoin melko pitkälle laitteen etupuolelle ulottuvat ja anturilla lukitut jalkatuet vaikeuttavat istuimelle pääsyä (ks. kuvio 17).



KUVIO 17. Twist Rehab -laite (HUR Rehab Line n.d., 6)

#### 6.2.4 Adduction / Abduction Rehab

Reisien lähennyksessä ja loitonnuksessa käytettävä jalkojen välinen kulma määräytyy täysin anturiliitännän mukaan ja on noin 15 astetta. Loitonnuksessa kulma on hiukan lähennysliikkeen kulmaa suurempi, koska jalat nojaavat jalkatukien sisälaitojen sijasta ulkolaitoihin (ks. kuvio 18). Tähän tietysti vaikuttaa suuresti testihenkilön reisien paksuus, sillä vain verraten ohutjalkaisilla, jalkatuet sallivat pientä sivuttaisliikettä. Mittauskulmien vaihtelu on kuitenkin sen verran pientä, ettei sillä ole mainittavaa merkitystä. Mitattaessa jalkatuet tulee pitää mahdollisimman symmetrisesti keskellä, sillä vaikka mittausanturi on kiinnitettynä, sallii se pienen vipuvarsien liikkeen sivusuunnassa.



KUVIO 18. Adduction / Abduction Rehab -laite (HUR Rehab Line n.d., 6)

Jalkaterien rotaatiota etenkin sisäänpäin tulee voimantuottosuorituksen aikana välttää. Sisäkierto yhdistettynä voimakkaaseen ponnistukseen saattaa Laxåbackan (2011a) mukaan aiheuttaa tietyillä testihenkilöillä inkontinenssia eli virtsankarkailua, mikä ei tietenkään ole toivottavaa mittaustilanteessa. Myös jalkaterien kiertäminen voimakkaasti ulospäin suorituksen aikana tulee kieltää, koska etenkin lähennysliikkeessä, pohkeilla pystytään hiukan kasvattamaan tuotettua voimatasoa, mikäli jalkaterät eivät ole säärtien suuntaisesti ylöspäin.

Reisien lähennys- ja loitonuusvoimaa mitattaessa ei lantion tukemiseen tarkoitettun tukivyön käyttämisellä tai käyttämättä jättämisellä ole suurta merkitystä. Tuotettu voima on sen suuntaista, ettei sillä pystytä juuri vaikuttamaan lantion liikkumiseen. Lisäksi tukivyö on Adduction / Abduction -laitteessa vain valinnainen lisävaruste, joten sitä ei kaikista ko. laitteista välttämättä edes löydy. Selkeyden vuoksi ei mahdollista tukivyötä kuitenkaan käytetä laitteella mitattaessa.

Voimamittauksen ajan testattavan henkilön tulee Laxåbackan (2011a) mielestä pitää Performance Recorder -mittalaitetta sylissään molemmiin käsiin. Tällä varmistetaan

se, ettei testattava tartu jalkatukiin ja pääse siten aiheuttamaan ylimääräistä voimaa mittaushetkellä. Pään ei tarvitse nojata selkänojaan, koska testattavan katse on luontevasti hänen sylissään olevan mittarin lukemassa.

### **6.2.5 Leg Extension / Curl Rehab**

Polven ojennusvoimaa mitattaessa käytetään polvinivelen kulmaa, joka on noin 120 astetta ja koukistusvoimaa mitattaessa noin 140 astetta. Käytettävät nivelkulmat määräytyvät hyvin pitkälti anturiliitännän mukaan, sillä Performance Recorder -mittalaite mahdollistaa kiinnityksen vain yhteen kohtaan. Polven ojennus- ja koukistusvoimaa mitattaessa kyseisten nivelkulmien käyttäminen on perusteltua myös siitä syystä, että voimantuotto on likimain voimakkainta mainituilla kulmilla (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 139).

Laitteen selkänojaa on mahdollista siirtää eteen-taakse -suunnassa ja se tulee säätää testattavalle siten, että polvitaive asettuu mittausasennossa ylemmän rullan päälle. Selkänojan säätäminen on tärkeää suorittaa vasta polven ollessa mittauskulmassa, sillä jos polvikulma on säätöä tehtäessä esimerkiksi vain 90 astetta, tulee selkänoja säädetyksi liian eteen. Tavoitteena on saada istuimen etureunassa oleva tukirulla mahdollisimman lähelle polven nivelpistettä ja samalla pitää ristiselkä tukevasti kiinni selkänojassa, jotta saavutetaan maksimaalinen tuki sekä polvelle että selälle.

Polven ojennuksessa vipuvarren rulla tulee säätää siten, että se on mahdollisimman alhaalla säären etupuolella, mutta nilkka pääsee vielä kunnolla liikkumaan. Laxåback (2011a) huomauttaa, että jos rulla on säädetty liian ylös säären päälle, saattaa siitä voimantuoton aikana aiheutua kipua, joka voi estää maksimaalisen suorituksen. Liian alas säädetty rulla puolestaan välittää mittaustilanteessa tuotetun voiman jalkapöydän varaan, jolloin ei myöskään saavuteta maksimaalista voimatasoa. Polven koukistuksessa vipuvarren rullan tulee olla säädettynä samaan asentoon kuin polven ojennuksessa, sillä käytettävä Performance Recorder Software olettaa näin olevan ja laskee tuotetun voiman samaa vipuvarren pituutta käyttäen (Laxåback 2011a). Lisäksi

polven koukistuksessa on tärkeää kiinnittää istuimen etureunassa olevat reisiremmit riittävän tiukalle, jotta estetään suorituksen aikana jalkojen nousu (ks. kuvio 19).



KUVIO 19. Leg Extension / Curl Rehab -laite (HUR Rehab Line n.d., 6)

Lantion tukemiseen tarkoitettua tukivyötä ei laitteella mitattaessa käytetä. Tämä siitä syystä, että ilman vyön antamaa lisätukea, pystytään voimantuotto eristämään paremmin haluttuihin lihaksiin (Laxåback 2011a). Vaihtoehtoisesti voitaisiin ajatella, että tukivyön käyttäminen lisäisi asennon stabiliteettia, ja sitä kautta voimantuotto-suoritus olisi helpompi tehdä. Kiinnitetyn tukivyön avulla testattava pystyisi kuitenkin hyödyntämään tietynlaista lisävääntöä, ja vaikka mittaustuloksena saatava voima-arvo tukivyön ansiosta merkittävästi kasvaisikin, ei tulos Laxåbackan (2011a) mielestä kuvaisi enää pelkästään etureiden lihasten voimantuottokykyä.

Tukivyyön käyttämättä jättäminen aiheuttaa sen, että maksimaalista polven ojennusvoimaa tuotettaessa, testattavan takapuoli irtoaa helposti istuimelta. Suorituksen aikana tulee valvoa, ettei näin tapahdu, vaikka kosketus väistämättä hiukan kevenee-kin. Suoritus on kuitenkin pienen harjoittelun jälkeen täysin mahdollista tehdä mittausohjeen mukaisesti, vaikka testattavana olisikin hyvän lihasvoiman omaava henkilö. Takapuolen istuimelta irtoamisen sisältäviä suorituksia ei tule hyväksyä.

Myös Leg Extension / Curl -laitteella mitattaessa testattavan henkilön tulee pitää Performance Recorder -mittalaitetta sylissä molemmin käsin, jotta käsien apuna käyttö estyy. Esimerkiksi polven ojennuksessa otekehvoihin tarttumalla voidaan saavutettuja voimatasoja kasvattaa merkittävästi, mutta tällöin tuloksen etureiden voimaa kuvaava ominaisuus heikkenee. Pään ei tarvitse nojata selkänojaan.

Alaraajojen isometrinen voima mitataan yksitellen kummastakin jalasta. Mittaus kannattaa suorittaa sekä polven ojennuksen että koukistuksen osalta ennen siirtymistä toiseen jalkaan, sillä mittausanturin paikkaa joudutaan jalkojen välillä vaihtamaan. Jalkojen erikseen mittaaminen on siinä mielessä hyödyllistä, että se mahdollistaa lihastasapainon (oikea-vasen ja ojentaja-koukistaja -suhde) tarkastelun.

#### **6.2.6 Leg Press Rehab**

Jalkojen ojennusvoimaa mitattaessa käytetään polvinivelen kulmaa 110–130 astetta, mikä säädetään siirtämällä selkänojaa eteen-taakse -suunnassa (ks. kuvio 20). Kummankin jalan isometrinen maksimivoima mitataan erikseen, mikä mahdollistaa lihastasapainon tarkastelun oikean ja vasemman jalan välillä. Mainitun nivelkulman käyttäminen on Laxåbackan (2011b) mielestä perusteltua, koska jalkalihasten voimantuotto on ko. alueella suurimmillaan ja esimerkiksi liian pienen nivelkulman (< 90 astetta) käyttäminen saattaisi olla vahingollista polvinivelille.



KUVIO 20. Leg Press Rehab -laite (HUR Rehab Line n.d., 6)

E erityisen pitkiä tai lyhyitä henkilöitä mitattaessa mainitulle välille ei välttämättä päästä selkänöjan säätövaran loppuessa. Poikkeavalla nivelkulmalla mitattu tulos tulee erottaa muiden tulosten joukosta, koska niitä ei voida vertailla keskenään. Voimatasojen vertailu henkilön omien, eri aikoina suoritettujen mittaustulosten kesken on edelleen mahdollista. Käytetty selkänöjan säätöasento tulee kaikissa mittauksissa merkitä ylös, jotta samaa säätöä osataan käyttää molempien jalkojen kohdalla sekä testihenkilön mahdollisissa tulevissa mittauksissa.



Jalat asetetaan jalkatuille siten, että kantapää on aivan tuen alareunassa ja sivusuunnassa likimain keskellä. Jalkaterän tulee olla suorassa, eli varpaat osoittavat suoraan ylöspäin. Edellä mainitut seikat tulee suorittaa lähinnä sen takia, että mainittuun asentoon jalka on helppo vakioda kaikilla testattavilla. Selkä on tukevasti selkänöjaa vasten, ja suorituksen aikana tulee valvoa, ettei testattavan takapuoli nouse istuimelta. Kosketus istuimeen kevenee suorituksen aikana väistämättä hieman, koska selkänöja on pienessä kulmassa taaksepäin ja tuotettava voima pyrkii työntämään testihenkilöä selkänöjaa pitkin ylöspäin. Kuitenkin takapuolen istuimelta irtoamisen sisältävät suoritukset tulee Laxåbackan (2011b) mukaan hylätä, koska mittaus on täysin mahdollista suorittaa myös hyväksytysti ohjeen mukaan.

Voimamittauksen ajan testattavan henkilön tulee pitää Performance Recorder -mittalaitetta sylissään molemmin käsin. Tällä varmistetaan jälleen se, ettei testattava tartu laitteen otekahvoihin ja pääse siten aiheuttamaan ylimääräistä voimaa mittaushetkellä. Pään ei tarvitse nojata niskatukeen, jotta testattava pystyy paremmin tarkkailemaan mittarin näyttämää lukemaa.

### **6.2.7 Leg Press Incline Rehab**

Kyseisen laitteen mittausohje puuttuu, koska sillä mittaamista ei päästy arvioimaan. Leg Press Incline Rehab (ks. kuvio 20) lisätään ohjeeseen myöhemmin.



KUVIO 21. Leg Press Incline Rehab -laite (HUR Rehab Line n.d., 6)

## 7 POHDINTA

Kuntotestaustoimintaa harjoitetaan erilaisissa toimintaympäristöissä, monen eri tahon toimesta, ja käytössä on joukko vaihtelevia menetelmiä (Heinonen 2010, 61). Tähän monenkirjajaan joukkoon lukeutui myös voimamittaus Hur Oy:n kuntosalilaitteilla. Opinnäytetyöprosessin päätavoitteena oli laatia Hurin käyttöön mittausohje, jonka avulla yrityksen laitteilla tehtävien isometristen maksimivoimamittausten suoritusmenetelmät yhtenäistyisivät. Ongelmana oli eri tahojen omissa mittauksissaan käyttämien toimintamallien vaihtelevuus, minkä takia mittauksien laajempi vertailu ei ollut mahdollista. Työlle asetettu päätavoite saavutettiin ja tuloksena oli yhtä laitetta lukuun ottamatta Hurin Rehab Linen laitteet kattava mittausohje.

Yhtenä tavoitteena oli myös tutustua yleisesti laadukkaan voimamittaustoiminnan vaatimuksiin liikunnan ja kuntoutuksen saralla. Alan kirjallisuudesta oli prosessin aikana merkittävää hyötyä, ja erityisesti Liikuntatieteellisen seuran Kuntotestauksen käsikirja lunasti paikkansa aihetta kattavasti käsittelevänä perusteoksena, jonka puoleen oli teoriaosuutta laadittaessa toistuvasti hyvä kääntäjä. Käytännön kautta hankit-

tua voimamittauskokemusta erityisesti HUR-laitteiden osalta tarjosi Welmed Labsin fysioterapeutti Gerd Laxåback, josta oli merkittävää apua mittausohjetta luotaessa. Voimamittauksia käsittelevän kirjallisuuden ja kokeneen asiantuntijan avulla laadukkaan mittaustoiminnan vaatimukset tulivat opinnäytetyötä tehtäessä tutuiksi, joten siltä osin tavoitteen voidaan katsoa täyttyneen.

Opinnäytetyöprosessia aloiteltaessa esiin nousi muutamia kysymyksiä, joihin lähdettiin hakemaan vastauksia. Aluksi tarkasteltiin aiemmin Hurin laitteilla suoritettuja voimamittauksia, joiden joukosta pyrittiin löytämään jonkinlainen pohja laadittavana olleelle mittausohjeelle. Parhaan lähtökohdan asiaan antoivat Welmed Labsin toimesta suoritettut mittaukset, joissa käytettyjä mittausperiaatteita päädyttiin noudattamaan laaditussa ohjeessa. Welmed Labsilla suoritettut mittaukset tosin kattoivat seitsemästä laitteesta vain kaksi, mutta niiden kohdalla käytettyjä peruseriaatteita pystyttiin soveltamaan myös muita laitteita koskeviin ohjeistuksiin.

Yleisesti voimamittausten toistettavuuteen vaikuttavia seikkoja pyrittiin myös kartoittamaan, sillä niiden voitiin olettaa koskevan yhtäläillä HUR-laitteilla mittaamista. Tärkeimmäksi yksittäiseksi tekijäksi mittauksen toistettavuutta tarkasteltaessa, osoitautui mittaustapahtuman riittävän tarkka muistiin kirjaaminen. Mittaustapahtuman dokumentointi siten, että mittaus on jälkeenpäin kenen tahansa toistettavissa samanlaisena, vaikuttaa oleellisesti mittaustoiminnan luotettavuuteen (Kuntotestauksen hyvät käytännöt 2010, 12). Esimerkiksi monessa HUR-laitteessa on useita säätömahdollisuuksia, joiden tarkoituksena on mahdollistaa laitteen räätälöinti erikokoisille käyttäjille. Voimamittauksessa käytettyjen säätöjen ylös kirjaaminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta samoja asetuksia käytetään seuraavillakin saman henkilön mittauskerroilla ja tulosten vertailtavuus säilytetään.

Testihenkilöiden henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat maksimivoimamittausten suorittamiseen jonkin verran. Lapsia mitattaessa täytyy varata riittävästi aikaa testeihin totutteluun, jotta maksimaalinen voimataso todella saavutettaisiin (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 136). Lisäksi lasten kohdalla kannattanee pohtia maksimivoimamittauksen mielekkyyttä ylipäätään ja harkita vaihtoehtona esimerkiksi erilaisia kenttätestejä, kuten koulumaailmasta tuttuja etunojapunnerrus- ja vatsalihastestejä.

Ikääntyneitä mitattaessa korostuvat huolellinen lämmittely ennen testejä, ohjauksen tarve sekä kunnollinen rohkaisu maksimaalisen suorituksen aikaansaamiseksi (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 137). Erityisen tärkeää on myös mittaushenkilöstön riittävä ammattitaito ja mittauspaikan asianmukainen ensiapuvalmius, koska komplikatoriski on ikääntyneitä maksimaalisesti testattaessa yleensä suurempi nuorempiin testihenkilöihin verrattuna.

Mittaustuloksiin voi testihenkilöiden ominaisuuksilla olla suuriakin vaikutuksia. Esimerkiksi sukupuoli on merkittävä vaikutus voimatasoihin aina murrosiästä eteenpäin. Sitä ennen voimatasojen välinen ero tytöillä ja pojilla on varsin pieni. Aikuisilla naisten ylävartalon maksimaalinen voima on keskimäärin 50–60 % ja alavartalon 60–70 % miesten vastaavasta voimantuotosta. (Kuntotestauksen käsikirja 2007, 135.) Näin ollen erot mitaustuloksissa ovat myös mainitun suuruisia. HUR-laitteiden osalta voimatasojen erot vaihtelevat sen mukaan, millä laitteella mitataan. Esimerkiksi ylävartalon voimaa vaativalla Push Up / Pull Down -laitteella mitattaessa tuloserot miesten ja naisten välillä kasvavat suuremmiksi kuin alaraajojen voimantuottoa mittaavan Leg Press -laitteen kohdalla.

Testihenkilöiden turvallisuus on maksimivoimamittauksia suoritettaessa luonnollisesti ensiarvoisen tärkeää, ja testaukseen liittyvien turvallisuuskysymysten selvittäminen olikin yksi opinnäytetyöprosessin tavoitteista. Kenties tärkeimmäksi, kaikilla HUR-laitteilla mittaamista koskevaksi turvallisuusohjeeksi nousi hengittämisen tärkeys voimantuottosuorituksen aikana. Hengityksen pidättäminen maksimaalisen isometrisen suorituksen aikana saattaa aiheuttaa Valsalvan efektin, jossa hapekkaan veren kulku aivoihin vaikeutuu, ja seurauksena voi olla tajunnan menetys (Laxåback 2011a). Näin ollen mittausohjeessa painotetaan oikeaoppista uloshengitystä voimantuoton yhteydessä, jotta ongelmilta vältyttäisiin. Tärkeää on myös kieltää Push Up / Pull Down -laitteella mittaaminen sydänvaivoista kärsivillä henkilöillä, koska ylöspäin suuntautuva isometrinen työ ei ole valmiiksi heikolle sydämelle hyväksi (Laxåback 2011b).

Laurea-ammattikorkeakoululla oli aiemmin luotu joitain Rehab-laitteita käsittäviä mittausohjeita eri opinnäytetöiden yhteydessä. Toisen opinnäytetyön mittausohjeet koskevat Leg Extension / Curl ja Abdomen / Back -laitteita, toisessa on keskitytty Leg Press Incline, Leg Press ja Adduction / Abduction -laitteisiin (Hakala & Sihvonen 2007, 42–43; Björklund, Huttunen & Rajala 2007, 36–37). Nyt luodun mittausohjeen ja edellä mainittujen välille muodostui joitain periaatteellisia eroja, vaikka suurimmaksi osaksi ohjeistukset ovat melko yhtenevät. Esimerkiksi valinta samojen nivelkulmien käyttämisestä ei ole yllättävää, koska mittalaitteen voima-anturin kiinnitysmekanismi sallii vain tietyn kulman käyttämisen, eikä sitä kaikkien laitteiden kohdalla ole mahdollista muuttaa. Myös käytettäväksi valittu vipuvarren rullan korkeus Abdomen / Back -laitteessa on sama, ja muutenkin kyseisen laitteen mittausohjeet muistuttavat hyvin pitkälti toisiaan.

Kohtalaisen merkittävä periaatteellinen ero on se, että molemmissa Laureassa tehdyissä ohjeissa käsketään käyttämään lantion yli kulkevaa tukivyötä, kun nyt laaditussa ohjeessa mittauksen aikainen tukivyön käyttö tarkoituksellisesti kielletään. Tällä valinnalla voimantuotto pyritään paremmin eristämään mittauksen kohteena oleviin lihaksiin, estämällä tukivyön mahdollistama lisäväännön hyväksikäyttö (Laxåback 2011a). Voimantuoton aikaisen käsien apuna käytön estämiseksi, Laureassa laaditussa ohjeissa oli valittu testattavan käsien pitäminen ristissä rinnan päällä, kun taas nyt tehdyssä ohjeessa käsien käyttö estetään asettamalla mittalaite testattavan pideltäväksi suorituksen ajaksi. Käsien apuna käyttö estyy molemmilla tavoilla yhtä lailla, mutta mittarin lukeman näkeminen omin silmin saattaa motivoida testattavaa parempaan suoritukseen, mikä on etuna uudessa ohjeessa.

Olemassa oleviin mittausohjeisiin tuotiin lisää muun muassa siten, että puuttunut Push Up / Pull Down -laite saatiin mukaan ohjeeseen. Leg Press Incline -laite jäi vielä tässä yhteydessä ohjeistuksesta puuttumaan, mutta kun se saadaan lisättyä, kattaa uusi mittausohje ensi kertaa koko Rehab-laitesarjan. Lisäksi uudessa ohjeessa painotetaan tiettyjä mittauksen turvallisuuteen vaikuttavaa seikkoja, ja mittaustapahtuma on muutenkin ohjeistettu laitteiden käytöstä lähtien aiempaa tarkemmin. Erityisen merkittävää on myös se, että nyt laaditulla ohjeella on laitevalmistaja Hur Oy:n hyväksyntä, joten sitä voidaan pitää ensimmäisenä, virallisena Hurin Rehab Linen voimamittausohjeena.

Parasta Rehab-sarjan voimamittauskalustoa edustanee Leg Extension / Curl -laite, jolla voidaan mitata polven ojennus- ja koukistusvoimaa. Laitteella mittaaminen palvelee erinomaisesti useita Hurin kohderyhmiä, kuten erilaisia kuntoutettavia, proteesipotilaita ja ikääntyneitä. Laitteen hyvä käytettävyys perustuu sen monipuolisiin säätömahdollisuuksiin, joiden avulla saavutetaan tarkka mittausasennon vakiointimahdollisuus, ja sitä kautta mittauksen luotettavuuden paraneminen. Lisäksi kaksitoimisenä laitteena Leg Extension / Curl tarjoaa laajan mittauskapasiteetin suhteessa sen kokoon ja laitteen vaatimaan tilaan.

Mitään laajempia voimamittauksia erilliselle testiryhmälle ei opinnäytetyön puitteissa suoritettu, koska Welmed Labsin käyttämät mittausperiaatteet tarjosivat hyvän pohjan, ja voimamittauksen asiantuntijan konsultointi toi ohjeeseen tarvittavaa käytännön tietoa. Näin ollen suoritettut mittaukset koostuivat lähinnä Laxåbackan ja opinnäytteen tekijän toisilleen suorittamista mittauksista, joiden aikana kartoitettiin hyviä mittaustapoja niille laitteille, joista ei ollut laajaa aiempaa kokemusta. Kattavien toistettavuusmittausten puuttumisen voisi ajatella jossain määrin heikentävän ohjeen luotettavuutta, mutta toisaalta juuri HUR-laitteilla mittaamiseen perehtyneen fysioterapeutin aktiivisen konsultoinnin voidaan olettaa parantavan ohjeen luotettavuutta. Lisäksi aiempien Laurean ohjeiden mukaan suoritetuissa luotettavuusmittauksissa, HUR-laitteilla mittaamisen luotettavuus on yleisesti todettu hyväksi (Hakala & Sihvonon 2007, 29–32; Björklund, Huttunen & Rajala 2007, 24–26).

Mittausohjeen laatimistavoitteesta jäätiin hieman siltä osin, että yksi seitsemästä Rehab-sarjan laitteesta jäi ohjeistamatta. Leg Press Incline -laite jäi mittausohjeen ulkopuolelle, koska laitetta ei saatu opinnäytetyöprosessin aikana fyysisesti nähtävillesi, eikä sillä mittaamista päästy tarkastelemaan. Kyseisen laitteen muita Rehab-sarjan laitteita pienemmät valmistusmäärät olivat syynä siihen, ettei Leg Press Inclinea löytynyt sopivasti edes Hurin tehtaalta Kokkolasta. Leg Press Inclinea yleisemmällä Leg Press -laitteella voidaan kuitenkin mitata käytännössä samaa asiaa eli alaraajojen ojennusvoimaa. Näin ollen Leg Press -laitteella voidaan helposti korvata Leg Press Inclinen puuttuminen, eikä jalkojen ojennusvoima jää kokonaan mittaamatta. Leg Press Incline tullaan lisäämään mittausohjeeseen heti sen jälkeen, kun laitteella mitaamista on päästy kunnolla tarkastelemaan.

Opinnäytetyöprosessin aikana kävi ilmi, että Rehab-sarjan laitteiden kesken on eroja sen suhteen, kuinka tarkoituksenmukaista tai vaivatonta niillä on mitata isometristä maksimivoimaa. Esimerkiksi Abdomen / Back -laitteella selän ojennusvoiman mitaaminen ei ole täysin ongelmaton, koska mittausasento on hieman hankala vakioida. Kaksitoiminen laite kyllä sopii sekä vatsa- että selkälihasten harjoittamiseen ja mitaamiseen, mutta sen rakenne suosii selkeästi vatsapuolta. Myös Twist-laitteella mitaamista tarkasteltaessa, oli jonkinasteisia vaikeuksia saada luotua tarkasti vakioitu mittausasento, jossa voimantuotto saataisiin eristettyä pääasiassa vain vinoihin vatsalihaksiin. Ylipäättään vinojen vatsalihasten isometrisen maksimivoiman mittamisen tarpeellisuus ainakin perusterveillä henkilöillä tuntuu aavistuksen turhalta. Twist on kuitenkin hyvän potentiaalin omaava laite esimerkiksi alaraajahalvaantuneiden keskivartalon voiman mitaamiseen, joten siinä mielessä sen paikkaa Rehab-sarjassa voidaan pitää perusteltuna.

Nyt laadittu mittausohje tulee olemaan osa Hurin Rehab-sarjaa, ja jatkossa ohje on tarkoitus toimittaa jokaisen myydyn Rehab-laitteen mukana Hurin asiakkaille ympäri maailmaa. Unohtaa ei sovi myöskään niitä asiakkaita, jotka ovat jo aiemmin hankkineet laitteet, mutta mittausohje on vielä puuttunut. Mittaustoiminnan yhtenäistävän ohjeen ansiosta, eri tahojen saavuttamia mittaustuloksia sisältävän tietopankin keräilyttäminen on mahdollista aloittaa, ja sillä tulee toivottavasti olemaan positiivinen vaikutus myös Rehab-laitteiden myyntiin. Laitteiden markkinointia ajatellen, mittauksista koskevan, virallisen ohjeen olemassaolo on ensiarvoisen tärkeää, ja opinnäytetyön ansiosta sellainen on nyt olemassa.



## LÄHTEET

ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 2000. Toim. B. Franklin. 6. p. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Björklund, M., Huttunen, A-M. & Rajala, T. 2007. Isometrisen maksimivoimamittauksen reliabiliteetti tasa- ja vuorojalkaprässissä sekä lähennys-loitonnuslaitteessa. Opinnäytetyö. Laurea-ammattikorkeakoulu, Laurea Otaniemi, Sosiaali- ja terveysala, Fysioterapian koulutusohjelma.

Easy Access Line. n.d. Ab Hur Oy:n tuote-esite. Kokkola: Hur.

Hakala, S. & Sihvonen, M. 2007. Isometrisen maksimivoimamittauksen luotettavuus HUR:n laitteissa. Laurea-ammattikorkeakoulu, Laurea Otaniemi, Sosiaali- ja terveysala, Fysioterapian koulutusohjelma.

Heinonen, T. 2010. Kuntotestauksen hyvät käytännöt ohjaavat turvalliseen ja laadukkaaseen testaamiseen. Liikunta & Tiede 47, 2–3, 61–63.

Helimäki, E. 2000. Kuntotestaus Suomessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos, Liikuntalääkätieteen ja testaustoiminnan edistämisyhdistys, testaus-toimikunnan valiokunta.

Hietala, V. 2011. PR:llä mittaaminen. Sähköpostiviesti 21.3.2011. Vastaanottaja P. Kanninen. Kopio H. Rauhala. Hurin tutkimus- ja tuotekehitysjohtajan ohjeita Performance Recorder -mittalaitteen käyttöön.

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

HUR Health & Fitness Equipment. n.d. Ab Hur Oy:n tuote-esite. Kokkola: Hur.

HUR info. n.d. Ab Hur Oy:n Internet-sivut. Viitattu 11.2.2011. [Http://hur.fi/index.asp](http://hur.fi/index.asp), yritys.

HUR Käyttöohje. 2008. Ab Hur Oy:n kuntosalilaitteiden käyttöohje. Kokkola: Hur. Versio 03/2008.

HUR Main Line. n.d. Ab Hur Oy:n tuote-esite. Kokkola: Hur.

HUR Rehab Line. n.d. Ab Hur Oy:n tuote-esite. Kokkola: Hur.

Kuntotestauksen hyvät käytännöt. 2010. Liikuntatieteellinen Seura ry:n julkaisema yleisohje kuntotestaustoimintaa harjoittaville tahoille. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura. Viitattu 13.2.2011.

[Http://www.lts.fi/filearc/1012\\_Kuntotestauksen\\_hyvät\\_kaytannot.pdf](http://www.lts.fi/filearc/1012_Kuntotestauksen_hyvät_kaytannot.pdf).

Kuntotestauksen käsikirja. 2007. Toim. K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen. 2. uud. p. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 161.

Kysymykset (FAQ). n.d. Ab Hur Oy:n Internet-sivut. Viitattu 11.2.2011. [Http://hur.fi/index.asp](http://hur.fi/index.asp), yritys, usein kysyttyä.

L 21.12.2001/1383. Työterveyshuoltolaki. Säädös valtion säädöstietopankki Finlexin Internet-sivuilla. Viitattu 11.2.2011. [Http://www.finlex.fi/fi/](http://www.finlex.fi/fi/), lainsäädäntö, ajantasainen lainsäädäntö.

Laatu. n.d. Ab Hur Oy:n Internet-sivut. Viitattu 9.3.2011. [Http://hur.fi/index.asp](http://hur.fi/index.asp), yritys, laatu.

Laboratorio. n.d. Welmedin Internet-sivut. Viitattu 16.3.2011. <http://www.welmed.fi/index.php>, laboratorio.

Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. 2009. Toim. H. Hakkarainen. Lahti: VK-Kustannus.

Laxåback, G. 2011a. Fysioterapeutti. Welmed Labs. Konsultaatio 18.2.2011.

Laxåback, G. 2011b. Fysioterapeutti. Welmed Labs. Konsultaatio 10.3.2011.

Luonnollinen voimansiirto – Natural Transmission™. n.d. Ab Hur Oy:n Internet-sivut. Viitattu 24.2.2011. [Http://hur.fi/index.asp](http://hur.fi/index.asp), yritys, luonnollinen voimansiirto.

McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. 2001. Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance. 5. p. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Performance Recorder. n.d. Hur Labs Oy:n tuote-esite. Tampere: Hur Labs. Viitattu 16.2.2011. [Http://hurlabs.pointcms.com/data/File/PDF/HUR\\_Labs\\_PerformanceRecorder\\_FIN\\_L.pdf](http://hurlabs.pointcms.com/data/File/PDF/HUR_Labs_PerformanceRecorder_FIN_L.pdf).

Performance Recorder Ohjelmisto. 2010. Performance Recorder -mittalaitteen ja ohjelmiston käyttöohje. Tampere: Hur Labs.

Rauhala, H. 2011. PR:llä mittaaminen. Sähköpostiviesti 21.3.2011. Vastaanottaja P. Kanniainen. Kopio V. Hietala. Hur Labs Oy:n ohjelmistoinsoörin ohjeita Performance Recorder -mittalaitteen käyttöön.

Suominen, M., Kannus, P., Käyhty, M., Ahvo, L., Rahikainen, M., Kaikkonen, H., Timonen, L., Koivula, M., Berg, T., Salmelin, M. & Jalkanen-Mayer, A. 2001. Ikääntyvien liikunta, terveys ja toimintakyky. Lahti: VK-Kustannus.

Urheiluvalmennus. 2004. Toim. A. Mero. Lahti: VK-Kustannus.

## LIITTEET

### Liite 1. Isometrinen maksimivoimamittaus Hurin Rehab Line -laitteilla; Mittausohje

## Isometrinen maksimivoimamittaus Hurin Rehab Line -laitteilla

## MITTAUSOHJE



## SISÄLTÖ

1 ALKUJÄRJESTELYT ENNEN VOIMAMITTAUSTA.....	74
2 MITTAUSTAPAHTUMA.....	75
3 PERFORMANCE RECORDER -MITTALAITTEEN KÄYTTÖ .....	76
4 LAITEKOHTAISET MITTAUSOHJEET.....	79
Push Up / Pull Down Rehab .....	79
Abdomen / Back Rehab .....	80
Twist Rehab .....	81
Adduction / Abduction Rehab .....	82
Leg Extension / Curl Rehab.....	83
Leg Press Rehab .....	84

## 1 ALKUJÄRJESTELYT ENNEN VOIMAMITTAUSTA

Testattavia henkilöitä tulee hyvissä ajoin ennen voimamittausta kehottaa noudattamaan seuraavia valmistautumisohjeita:

- välttä raskaita aterioita, alkoholia, kofeiinipitoisia juomia ja tupakointia noin kolmen tunnin ajan ennen testiä
- pyri nukkumaan kunnolla testiä edeltävänä yönä
- välttä raskasta fyysistä kuormitusta testipäivänä
- varaa testiin liikkumisen salliva vaatetus ja sisäjalkineet
- älä tule testiin, jos olet tai olet juuri ollut sairas.

Isometristä voimaa mitattaessa tulee olla erityisen tarkka nivelkulmien vakioinnin suhteen, jotta säilytetään testin toistettavuus ja sitä kautta tulosten vertailtavuus. Nivelkulmat määritetään tarvittaessa kulmamittarin avulla jokaiselle testattavalle erikseen. Testeissä pyritään käyttämään pääsääntöisesti niitä nivelkulmia, joilla mitattavien lihasten voimantuotto on suurimmillaan.

Kaikki laitteessa olevat säädöt on asetettava mittausohjeen mukaisesti kohdalleen ennen mittauksen aloittamista. Käytetyt säädöt ovat luonnollisesti testihenkilökoh-  
taisia, joten testattavan vaihtuessa, täytyy laite säätää uudelleen. Lisäksi Performance Recorder -mittalaitteen voima-anturi on oltava kiinnitettynä laitteeseen oikeaoppisesti.

Voimamittauksia varten tarvitaan seuraavat välineet:

- HUR-laite, jossa on voimamittauksen mahdollistava anturiliitäntä (kai-  
kissa Rehab Linen laitteissa vakiona)
- Performance Recorder -mittalaite antureineen
- mittausohje.

Lisäksi voidaan tarvita:

- tietokone + Performance Recorder -ohjelmisto
- kulmamittari (nivelkulmien määrittämiseksi tietyillä laitteilla)
- mittauspöytäkirja
- henkilövaaka
- laskin.

Mittauspaikan ensiapuvalmiuden on oltava riittävä. Mittauspaikan henkilöstön määrä ja kyky jonkinasteiseen ensihoitoon on suhteutettava testattavana olevien henkilöiden mukaan. Riskiryhmien kohdalla asianmukainen lääkärintarkastus voi olla tarpeen ennen maksimivoimamittauksia.

## 2 MITTAUSTAPAHTUMA

Vammojen ehkäisemiseksi, voimamittaukset on hyvä aloittaa muutamalla lämmitte-lysuorituksella, joiden aikana lihasjännitystasoa nostetaan asteittain kohti testihenkilön maksimia. Lämmittelysuoritusten aikana on hyvä varmistaa, että testihenkilö suorittaa liikkeen oikein.

On tärkeää motivoida testattava tekemään täysin maksimaalinen suoritus, jotta tulos kuvaisi mahdollisimman hyvin testattavan sen hetkistä voimatasoa. Myös suorituksen aikana on hyvä kannustaa testattavaa, jotta voimantuoton aikana päästään todelliseen maksimiin. Mitattaessa maksimivoimaa, tulee kuitenkin muistaa, että kipu on voimantuottosuorituksen vasta-aihe. Mikäli testattava tuntee kipua suorituksen aikana, on mittaaminen keskeytettävä.

Nykyäsevää voimantuottosuoritusta ei tule millään laitteella mitattaessa sallia. Testi tulee suorittaa siten, että ensin vedetään keuhkot täyteen ilmaa, jonka jälkeen maksimaalinen voimataso tuotetaan rauhallisesti uloshengityksen aikana. Hengityksen pidättäminen suorituksen aikana ei ole suositeltavaa. Erityisesti sydänpotilaita ja ikääntyneitä tulee muistuttaa hengittämisen tärkeydestä testin aikana, jotta välttyt-täisiin Valsalvan efektiltä. Hallittu uloshengitys voimantuottosuorituksen aikana paitsi lisää mittauksen turvallisuutta myös parantaa tulosta.

Testisuorituksia tehdään pääsääntöisesti kolme kappaletta per mitattava lihasryhmä. Tarkat määrät löytyvät laitekohtaisista mittausohjeista, luvusta neljä. Yhden voimantuottosuorituksen keston tulee olla viisi sekuntia. Pidempiä isometrisiä suorituksia ei tule sallia komplikaatioiden välttämiseksi. Suoritusten välillä tulee antaa riittävästi aikaa palautumiselle, testattavasta lihasryhmästä ja testihenkilöstä riippuen noin yhdestä kahteen minuuttia.

Vaikka mittauksessa pyritään eristämään mittauksen kohteena oleva lihas mahdollisimman hyvin, useimmilla laitteilla mitattaessa, työhön osallistuu aina useita lihaksia. Tuloksia tarkasteltaessa onkin hyvä pitää mielessä, että vaikka olisi mitattu esimerkiksi selän ojennusvoimaa Abdomen / Back -laitteella, on tulokseen ollut vaikuttamassa alaselän lihasten lisäksi myös esimerkiksi jalkojen lihaksia. Näin ollen mittaus- tulokset ovat enemmän liike- kuin lihaskohtaisia.

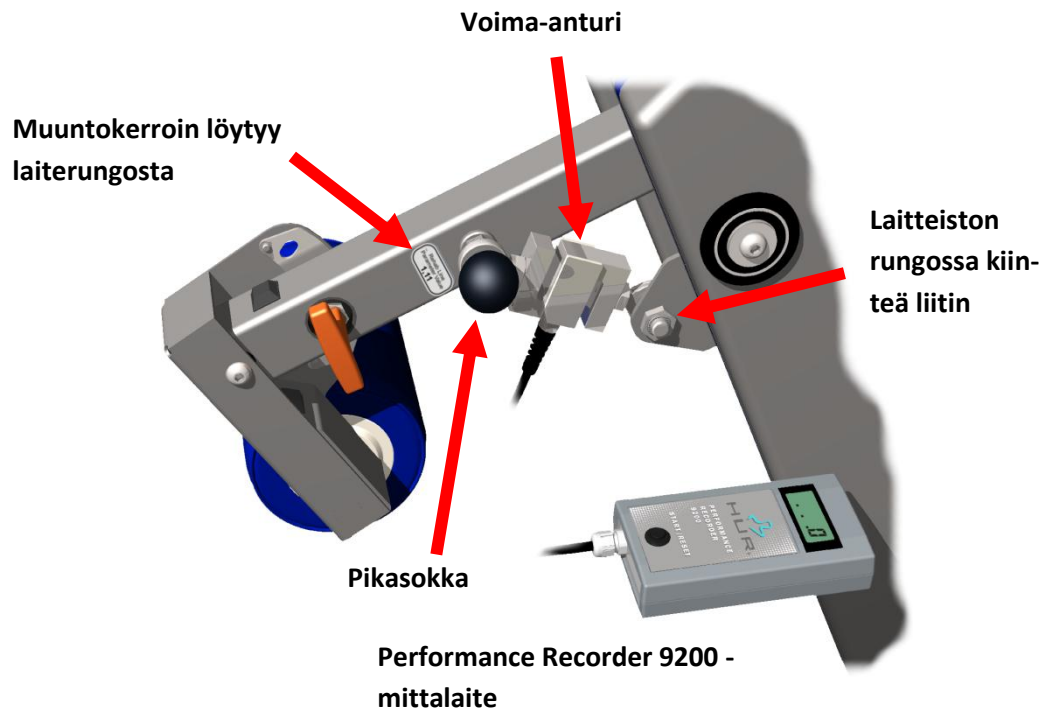
Mittauksia suoritettaessa tulee kiinnittää huomiota mittaustapahtuman asianmukaiseen raportointiin ja muistiin kirjaamiseen. Kaikilla laitteilla mitattaessa, käytetyt laitteen säädöt on erityisen tärkeää merkitä muistiin, jotta samoja asetuksia voidaan käyttää testihenkilön seuraavissakin mittauksissa. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli käytössä ei ole Performance Recorder -ohjelmistoa, joka tallentaisi mittauksen tiedot.

Huomionarvioista on myös laitteiden liikerajoittimien säätäminen siten, että ne ovat äärimmilleen auki ja sallivat koko vipuvarren liikealueen käyttämisen. Vaikka voima-anturi lukitseekin vipuvarren paikalleen tiettyyn asentoon, eikä liikettä juuri tapahdu, saattaa väärään kohtaan kiristetty liikerajoitin pahimmassa tapauksessa estää maksimaalisen voimantuoton anturia vasten. Lisäksi vipuvarren liikealuetta rajoittamaan kiristetyt liikerajoittimet voivat vaikeuttaa anturin paikalleen kiinnittämistä, joten ne on syytä säätää heti ensimmäiseksi pois tieltä.

### **3 PERFORMANCE RECORDER -MITTALAITTEEN KÄYTTÖ**

Voima-anturi liitetään laitteeseen käyttämällä pikasokkaa. Käyttäjän tulee varmistaa, että sokka on pohjassa ja voima-anturi on kunnolla kiinni. Mittalaitteen nollaus tapahtuu painamalla *Reset*-painiketta yhden kerran. Laitteen nollauksen aikana anturiin ei saa kohdistaa lainkaan voimaa. Mittaus voidaan suorittaa heti mittalaitteen nollauksen jälkeen.

Suorituksen korkein saavutettu arvo tallentuu laitteen näytölle. Tulos on ilmoitettu kilogrammoina voima-anturin kohdalla, ja tarvittaessa se voidaan muuntaa esimerkiksi Newtonmetreiksi laitekohtaisen muuntokertoimen avulla. Uusi mittaus voidaan suorittaa taas laitteen nollauksen jälkeen.



Jos käytössä on tietokone ja Performance Recorder Software, ohjelma laskee kaikki eri tulosvariaatiot automaattisesti. Mikäli mittalaitteistoa käytetään itsenäisesti ilman ohjelmistoa, voidaan eri arvoja laskea myös käsin.

Mittalaitteen näyttämä tulos voidaan muuntaa väännöksi seuraavalla kaavalla:

$$\begin{aligned} \text{mittalaitteen tulos [kg]} \times \text{laitekohtainen muuntokerroin [m}^2/\text{s}^2] \\ = \text{todellinen vääntömomentti [Nm]} \end{aligned}$$

Todellinen massa voimantuottokohdassa lasketaan puolestaan seuraavasti:

$$\begin{aligned} \frac{(\text{mittalaitteen tulos [kg]} \times \text{laitekohtainen muuntokerroin [m}^2/\text{s}^2])}{(\text{laitteen vipuvarren pituus [m]} \times \text{putoamiskiikkyvyys [m/s}^2])} \\ = \text{voimantuottokohdassa vaikuttava todellinen massa [kg]} \end{aligned}$$



Alla olevassa taulukossa on esitettyä kaikkien Hurin Rehab-laitteiden laitekohtaiset muuntokertoimet (Rahab-parametrit):

<b>Laite:</b>	<b>Rehab-parametri:</b>
Push Up / Pull Down Rahab	1,96
Abdomen / Back Rahab	0,82
Twist Rehab	1,67
Adduction / Abduction Rehab	1,54
Leg Extension / Curl Rehab	1,11
Leg Press Rehab	5,39
Leg Press Incline	3,88

## 4 LAITEKOHTAISET MITTAUSOHJEET

### Push Up / Pull Down Rehab

---

*Tärkeänä turvaohjeena on hyvä huomioida, että sydänsairaus on vasta-aihe kyseisellä laitteella mittaamiselle. Sydänpotilailla kaikki ylöspäin suuntautuva isometrinen työ on komplikaatioriskin takia kiellettyä.*

Pystypunnerruksessa ja alasvedossa käytetään kyynärnivelen kulmaa 90 astetta, mikä säädetään istuinkorkeutta muuttamalla. Erityisen pitkillä tai lyhyillä henkilöillä maittuun kulmaan ei välttämättä päästä istuimen säätövaran loppuessa. Tällöin poikkeava nivelkulma tulee merkitä ylös, jotta tulos osataan jättää huomioimatta kaikki ko. laitteen mittaustulokset kokoavasta vertailusta. Lyhyillä henkilöillä voidaan myös käyttää apuna istuimen lisätyynyä.

Jalat pidetään suorituksen aikana 90 asteen kulmassa lattialla ja selän tulee alaselkää myöten tukea tiukasti selkänojaan. Pään oikea asento on paljon kiinni testihenkilön ryhdistä, sillä tavoitteena on kuitenkin mahdollisimman neutraali mittausasento. Huonoryhtisellä ihmisellä pää voi siis jäädä irti selkänojasta ja normaaliryhtisellä pää voi nojata selkänojaan. Myös ranteen asentoon kannattaa varsinkin pystypunnerruksessa kiinnittää huomiota. Ranteen tulisi olla suorassa tai ainakin otekahvan tulee olla kyynärvarren jatkeena, jotta vältetään ranteen vääntymisen huonoon asentoon voimantuoton aikana.

Laitteen tukivyötä ei Push Up / Pull Down Rehab -laitteella mitattaessa käytetä. Tuki-  
vyön käyttämättä jättäminen aiheuttaa sen, että maksimaalista alasvetosuoritusta tehtäessä, testattavan takapuoli irtoaa helposti istuimelta. Suorituksen aikana tulee valvoa, ettei näin pääse tapahtumaan, vaikka kosketus väistämättä hiukan kevenee-kin. Takapuolen istuimelta irtoamisen sisältävät suoritukset tulee hylätä.

Tarvittaessa Push Up / Pull Down Rehab -laitteella voidaan mitata myös yksi käsi kerrallaan, jolloin alasvedon aikainen takapuolen istuimelta irtoaminen vähenee huomattavasti. Vasemman ja oikean puolen erikseen mittaaminen mahdollistaa myös lihastasapainon tarkastelun eri puolten välillä.

Performance Recorder Softwarea käytettäessä ohjelma neuvoo mittaamaan isometrisen maksimisuorituksen kolme kertaa per pystypunnerrus/alasveto. Yhdelle testihenkilölle tulee siis 6 isometristä suoritusta tällä laitteella mitattaessa. Samaa määrää kannattaa käyttää, vaikka mitattaisiin ilman tietokoneohjelmaa.

## Abdomen / Back Rehab

---

Vartalon koukistuksessa ja ojennuksessa ylävartalo on lähtöasennossa mahdollisimman pystysuorassa, mikä määräytyy anturiliitännän ja istuimen paikan säädön mukaan. Vartalon koukistuksessa rullan korkeus tulee säätää rintalastan puoliväliin istuimen korkeutta ja rullan asentoa muuttamalla. Istuimen paikka eteen-taakse -suunnassa tulee säätää siten, että ylävartalo on mahdollisimman suorassa. Vartalon ojennuksessa rullan korkeus tulee säätää lapaluiden puoliväliin ja istuimen paikka eteen-taakse -suunnassa siten, että ylävartalo on mahdollisimman suorassa. Käytetyt laitteen säädöt on syytä kirjata ylös, jotta samoja säätöjä pystytään käyttämään jokaisella mittauskerralla tietyn testihenkilön kohdalla.

Käsivarret ovat vartalon koukistuksessa vapaasti vartalon sivuilla, jottei testattava käytä rullan työntämiseen käsivoimia. Vartalon koukistuksessa jalat tulee pitää rentoina lattialla laiterungon etupuolella, jotta jalkojen käyttö apuna minimoitaisiin. Vartalon ojennuksessa testattava pitää Performance Recorder -mittalaitetta molemmin käsin, jottei hän pääse käsillä auttamaan liikkeessä. Ojennusvoimaa mitattaessa jalat pidetään 90° asteen kulmassa laiterungon päällä, mutta testajan tulee valvoa, ettei testihenkilö työnnä jaloilla suorituksen aikana.

Performance Recorder Softwarea käytettäessä ohjelma neuvoo mittaamaan isometrisen maksimisuorituksen kolme kertaa per vartalon koukistus/ojennus. Yhdelle testihenkilölle tulee siis 6 isometristä suoritusta tällä laitteella mitattaessa. Samaa määrää kannattaa käyttää, vaikka mitattaisiin ilman tietokoneohjelmaa.

## Twist Rehab

---

Laitteeseen pääsyä helpottaa, jos mittausanturi kiinnitetään vasta kun henkilö jo istuu laitteessa.

Vartalon kierrossa anturiliitännän paikka keskittää jalkatuet suoraan eteenpäin. Siirrettävän selkänöjan korkeus tulee säätää mahdollisimman alas. Käsillä pidetään kiinni otekahvoista ja selkä tulee pitää suorana, kiinni selkätuissa. Jalkaterät tulee pitää suorituksen aikana suoraan ylöspäin, jotta lisävääntäminen jaloilla minimoitaisiin.

Performance Recorder Softwarea käytettäessä ohjelma neuvoo mittaamaan isometrisen maksimisuorituksen kolme kertaa per vartalon kierto vasemmalle/oikealle. Yhdelle testihenkilölle tulee siis 6 isometristä suoritusta tällä laitteella mitattaessa. Samaa määrää kannattaa käyttää, vaikka mitattaisiin ilman tietokoneohjelmaa.

## Adduction / Abduction Rehab

---

Reisien lähennyksessä ja loitonnuksessa käytettävä jalkojen välinen kulma määräytyy täysin anturiliitännän mukaan ja on noin 15 astetta. Testattaessa jalkatuet tulee pitää mahdollisimman symmetrisesti keskellä, sillä vaikka mittausanturi on kiinnitettynä, sallii se pienen jalkatukien liikkeen sivusuunnassa.

Jalkaterien rotaatiota etenkin sisäänpäin tulee voimantuottosuorituksen aikana välttää. Myös jalkaterien kiertäminen voimakkaasti ulospäin suorituksen aikana tulee kieltää eli jalkaterien tulee osoittaa suoraan ylöspäin.

Lantion tukemiseen tarkoitettua tukivyötä ei laitteella mitattaessa käytetä.

Voimamittauksen ajan testattavan henkilön tulee pitää Performance Recorder -mittalaitetta sylissään molemmin käsin. Pään ei tarvitse nojata niskatukeen, koska testattavan katse on luontevasti hänen sylissään olevan mittarin lukemassa.

Performance Recorder Softwarea käytettäessä ohjelma neuvoo mittaamaan isometrisen maksimisuorituksen kolme kertaa per lähennys/loitonnuks. Yhdelle testihenkilölle tulee siis 6 isometristä suoritusta tällä laitteella mitattaessa. Samaa määrää kannattaa käyttää, vaikka mitattaisiin ilman tietokoneohjelmaa.

## Leg Extension / Curl Rehab

---

Polven ojennusvoimaa mitattaessa käytetään polvinivelen kulmaa, joka on noin 120 astetta ja koukistusvoimaa mitattaessa noin 140 astetta. Käytettävät nivelkulmat määräytyvät hyvin pitkälti anturiliitännän mukaan, sillä Performance Recorder -mittalaite mahdollistaa kiinnityksen vain yhteen kohtaan.

Laitteen selkänojaa on mahdollista siirtää eteen-taakse -suunnassa ja se tulee säätää testattavalle siten, että polvitaive asettuu mittaussasennossa ylemmän rullan päälle. Tavoitteena on saada istuimen etureunassa oleva tukirulla mahdollisimman lähelle polven nivelpistettä ja samalla pitää ristiselkä tukevasti kiinni selkänojassa, jotta saavutetaan maksimaalinen tuki sekä polvelle että selälle.

Polven ojennuksessa vipuvarren rulla tulee säätää siten, että se on mahdollisimman alhaalla säären etupuolella, mutta nilkka pääsee vielä kunnolla liikkumaan. Polven koukistuksessa vipuvarren rullan tulee olla säädettyä samaan asentoon kuin polven ojennuksessa. Lisäksi polven koukistuksessa on tärkeää kiinnittää istuimen etureunassa olevat reisiremmit riittävän tiukalle, jotta estetään suorituksen aikainen jalkojen nousu.

Lantion tukemiseen tarkoitettua tukivyötä ei laitteella mitattaessa käytetä. Tukivyön käyttämättä jättäminen aiheuttaa sen, että maksimaalista polven ojennusvoimaa tuotettaessa, testattavan takapuoli irtoaa helposti istuimelta. Suorituksen aikana tulee valvoa, ettei näin pääse tapahtumaan, vaikka kosketus väistämättä hiukan keveneekin. Takapuolen istuimelta irtoamisen sisältävät suoritukset tulee hylätä.

Voimamittauksen ajan testattavan henkilön tulee pitää Performance Recorder -mittalaitetta sylissään molemmin käsin. Pään ei tarvitse nojata niskatukeen, koska testattavan katse on luontevasti hänen sylissään olevan mittarin lukemassa.

Alaraajojen isometrinen voima mitataan yksitellen kummastakin jalasta ja mittaus kannattaa suorittaa sekä polven ojennuksen että koukistuksen osalta ennen siirtymistä toiseen jalkaan, sillä mittausanturin paikkaa joudutaan jalkojen välillä vaihtamaan. Performance Recorder Softwarea käytettäessä ohjelma neuvoo mittaamaan isometrisen maksimisuorituksen kolme kertaa per yhden jalan ojennus/koukistus. Yhdelle testihenkilölle tulee siis 12 isometristä suoritusta tällä laitteella mitattaessa. Samaa määrää kannattaa käyttää, vaikka mitattaisiin ilman tietokoneohjelmaa.

## Leg Press Rehab

---

Jalkojen ojennuksessa käytetään polvinivelen kulmaa 110–130 astetta, mikä säädetään siirtämällä selkänöjaa eteen-taakse -suunnassa. Kummankin jalan isometrinen maksimivoima mitataan erikseen. Erityisen pitkällä tai lyhyillä henkilöillä mainitulle välille ei välttämättä päästä selkänöjan säätövaran loppuessa. Tällöin poikkeava nivelkulma tulee merkitä ylös, jotta tulos osataan jättää huomioimatta kaikki ko. laitteen mittaustulokset kokoavasta vertailusta. Käytetty selkänöjan säätöasento tulee kaikissa mittauksissa merkitä ylös, jotta samaa säätöä osataan käyttää molempien jalkojen kohdalla sekä testihenkilön mahdollisissa tulevilla mittauksissa.

Jalat asetetaan jalkatuille siten, että kantapää on aivan tuen alareunassa ja sivusuunnassa likimain keskellä. Jalkaterän tulee olla suorassa eli varpaat osoittavat suoraan ylöspäin. Selkä on tukevasti selkänöjaa vasten ja suorituksen aikana tulee valvoa, ettei testattavan takapuoli nouse istuimesta. Kosketus istuimeen kevenee suorituksen aikana väistämättä hieman, mutta takapuolen istuimelta irtoamisen sisältävät suoritukset tulee hylätä.

Voimamittauksen ajan testattavan henkilön tulee pitää Performance Recorder -mittalaitetta sylissään molemmin käsin. Pään ei tarvitse nojata niskatukeen, koska testattavan katse on luontevasti hänen sylissään olevan mittarin lukemassa.





Performance Recorder Softwarea käytettäessä ohjelma neuvoo mittaamaan isometrisen maksimisuorituksen kolme kertaa per jalan ojennus. Yhdelle testihenkilölle tulee siis 6 isometristä suoritusta tällä laitteella mitattaessa. Samaa määrää kannattaa käyttää, vaikka mitattaisiin ilman tietokoneohjelmaa.

## Liite 2. HUR Rehab Line -laitteet ja niillä harjoitettavat lihakset

### HUR Rehab Line -laitteet ja niillä harjoitettavat lihakset

<p><b><u>Laite:</u></b></p> <p>Push Up / Pull Down Rehab</p>	<p><b><u>Harjoitettavat lihakset:</u></b></p> <p>Hartiaseudun ja yläselän lihakset</p>	
<p><b><u>Laite:</u></b></p> <p>Abdomen / Back Rehab</p>	<p><b><u>Harjoitettavat lihakset:</u></b></p> <p>Suorat vatsalihakset ja alaselän lihakset</p>	
<p><b><u>Laite:</u></b></p> <p>Twist Rehab</p>	<p><b><u>Harjoitettavat lihakset:</u></b></p> <p>Vinot vatsalihakset</p>	



<p><b><u>Laite:</u></b></p> <p>Adduction / Abduction Rehab</p>	<p><b><u>Harjoitettavat lihakset:</u></b></p> <p>Jalkojen lähentäjä- ja loitontajalihakset</p>	
<p><b><u>Laite:</u></b></p> <p>Leg Extension / Curl Rehab</p>	<p><b><u>Harjoitettavat lihakset:</u></b></p> <p>Polven ojentaja- ja kou- kistajalihakset</p>	
<p><b><u>Laite:</u></b></p> <p>Leg Press Rehab</p>	<p><b><u>Harjoitettavat lihakset:</u></b></p> <p>Reisien ja pakaroiden lihakset</p>	
<p><b><u>Laite:</u></b></p> <p>Leg Press Incline Rehab</p>	<p><b><u>Harjoitettavat lihakset:</u></b></p> <p>Reisien ja pakaroiden lihakset</p>	

### Liite 3. Mittauspöytäkirjamalli

## Mittauspöytäkirja



Mittaaja:	_____
Aika:	_____
Mittauspaikka:	_____

**Testattavan tiedot**

Nimi: \_\_\_\_\_

Sukupuoli:      Nainen       Mies

Ikä: \_\_\_\_\_ v.      Huomiot: \_\_\_\_\_

Paino: \_\_\_\_\_ kg

Pituus: \_\_\_\_\_ cm

**Mittaustulokset**

**Push Up / Pull Down Rehab**

*Pystypunnerrus*      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg

*Alasveto*      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_



**Abdomen / Back Rehab**

*Vartalon koukistus*      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg

*Vartalon ojennus*      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_



**Twist Rehab***Vartalon kierto*

Vasemmalle \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Oikealle \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_

**Adduction / Abduction Rehab***Reisien lähennys* \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg*Reisien loitonnuks* \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_

**Leg Extension / Curl Rehab***Polven ojennus*

Vasen jalka \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Oikea jalka \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_

*Polven koukistus*

Vasen jalka \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Oikea jalka \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_

**Leg Press Rehab***Alaraajojen ojennus*

Vasen jalka \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Oikea jalka \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_

**Leg Press Incline Rehab***Alaraajojen oj.* \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ kg

Huomiot: \_\_\_\_\_

