VOIMAHARJOITTELUA AVUSTAVAN MOBIILISOVELLUKSEN KÄYTETTÄVYYDEN VAIKUTUS 16 VIIKON HYPERTROFISEN VOIMAHARJOITTELUN TULOKSIIN

Timo Hantunen

Valmennus- ja testausopin Pro gradu-tutkielma
Kevät 2017
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Ohjaaja:
Taija Juutinen
Heikki Peltonen

TIIVISTELMÄ

Hantunen, Timo 2017. Voimaharjoittelua avustavan mobiilisovelluksen käytettävyyden vaikutukset 16 viikon hypertrofiseen voimaharjoittelun tuloksiin. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausopin pro-gradu tutkielma, 68 s.

Johdanto. Käytettävyyden vaikutusta on tutkittu paljon ja käytettävyydellä on todistettu olevan vaikutusta mm. käyttäjän oppimistuloksiin ja tasapainon kehittymiseen. Hypertrofisen voimaharjoittelun on todettu monessa eri tutkimuksessa kasvattavan harjoittelijoiden maksimivoimaa sekä kehon rasvatonta massaa. Voimaharjoitteluun suunniteltujen tai voimaharjoittelua avustavien laitteiden käytettävyyden vaikutuksia voimaharjoitteluun ei ole juurikaan tutkittu, vaan tutkimukset alalta ovat hyvin vähissä. Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia Jyväskylän yliopiston kehittämän voimaharjoittelua avustavan mobiilisovelluksen käytettävyyden vaikutusta hypertrofiseen maksimivoimaharjoitteluun ja mahdollisesti löytää käytettävyyden vaikutuksille uusia ulottuvuuksia.

Menetelmät. Tutkimus sisälsi yhteensä 16 viikon voimaharjoittelujakson, joka sisälsi neljän viikon totuttamisjakson sekä 12 viikon hypertrofisen voimaharjoittelujakson. Voimaharjoittelun aikana koehenkilöille tehtiin CSUQ-käytettävyyskysely. CSUQ-kyselyssä on 19 eri väittämää käytettävyydestä ja väittämät on jaettu kolmeen eri pääosa-alueeseen. CSUQ:n etuna muihin käytettävyyskyselyihin on sen soveltuvuus myös kenttätutkimuksiin eikä pelkästään ohjelmistotutkimuksiin. Kysely ajoitettiin osumaan hypertrofisen voimaharjoittelujakson ensimmäisen vaiheeseen. Tutkimuksen koehenkilöille suoritettiin dynaamisen jalkaprässin 1 RM (yhden toiston maksimi)-mittauksia sekä DXA (Kaksienergisen röntgensäteen absorptiometria) -kehonkoostumusmittauksia.

Tulokset. Koehenkilöistä jokainen sai tutkimuksen aikana kehitettyä dynaamisen jalkaprässin 1 RM tulosta ($P<0,001$). ja koehenkilöillä rasvaton massa kasvoi keskimääräisesti noin 2,01 kg ($P<0,001$). Tutkimuksessa voimaharjoittelun apuna käytetty sovellus sai käytettävyyskyselyssä hyvän keskiarvon. Voimaharjoittelun apuna käytetyn mobiilisovelluksen käytettävyyden kokemisen ja maksimivoiman kehittymisen välillä ei nähty tilastollista merkitsevyyttä. Hypertrofian kehitykseen käytettävyydellä ei myöskään nähty tilastollista merkitsevyyttä.

Johtopäätökset. Tutkimuksen aikana suoritettu hypertrofinen maksimivoimaharjoittelu onnistui hyvin. Mobiilisovelluksen käytettävyyden merkityksetön vaikutus maksivoiman kehitykseen ja hypertrofian kasvuun voi johtua siitä, että mobiilisovellusta ei käytetty suoranaisesti voimaharjoitteen aikana, vaan voimaharjoituksen taukojen aikana. Tutkimuksen tuloksia voi pitää kuitenkin korkeintaan suuntaan antavina ja tutkimuksesta tulisi suorittaa luotettavampia tutkimuksia, jotta päästään syvemmälle tutkiessa voimaharjoitteluun suunniteltujen tai voimaharjoittelua avustavien laitteiden käytettävyyden vaikutuksia voimaharjoitteluun ja voimaharjoittelun tuloksiin.

Avainasanat: hypertrofia, voimaharjoitelu, käytettävyys, CSUQ

KÄYTETYT LYHENTEET

1 RM	Yhden toiston maksimi (One repetition maximum)
CSUQ	Computer System Usability Questionnaire
DXA	Kaksienergisen röntgensäteen absorptiometria (dual-energy x-ray absorptiometry)
GPS	Global Positioning System
SUS	System Usability Scale
SUMI	Software Usability Measurement Inventory

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO 6

2 LIHAKSEN ANATOMIA 8

3 MAKSIMIVOIMAHARJOITTELU 11

3.1 Maksimivoimaharjoittelu ja maksimivoimaharjoittelun vaikutusalueet 11

3.2 Hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun periaatteet 12

4 VOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUKSET HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄÄN. 14

4.1 Hermostollinen adaptaatio 15

4.2 Lihastason adaptaatio 15

5 HYPERTROFIA 18

5.1 Proteiinisynteesi 18

5.2 Ravinto 19

5.3 Sateliittisolut 20

5.4 Lihassolujakauma ja hormoonallinen säätely 20

5.5 Kokemattomat harjoittelijat vs. kokeneet harjoittelijat 21

6 KÄYTETTÄVYYS 23

6.1 Eri käytettävyyskyselyt 25

6.1.1 CSUQ 25

6.1.2 SUMI 26

6.1.3 SUS 26

7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET 28

8 MENETELMÄT 30

8.1 Koehenkilöt 30

8.2 Voimaharjoittelu 31
8.3 Voimamittaukset 32
8.4 Kehonkoostumusmittaus 33
8.5 Käytettävyyskysely 33
8.6 Harjoitteluun käytetty sovellus 34
8.7 Tilastolliset menetelmät 35
9 TULOKSET 36
9.1 KÄYTETTÄVYYSKYSELY 36
9.2 Maksimivoima ja kehonkoostumus 37
9.3 Käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutus maksimivoimaan 40
9.3.1 Käytettävyyden vaikutus maksimivoiman kehitykseen 40
9.3.2 Käytettävyyden vaikutus maksimivoiman kehitykseen jaksoittain 41
9.3.3 Järjetelmän käyttökelpoisuuden vaikutus maksimivoiman kehitykseen 44
9.3.4 Informaation laadun vaikutus maksimivoiman kehitykseen 45
9.3.5 Käyttöliittymän laadun vaikutus maksimivoiman kehitykseen 46
9.4 Käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen 47
9.4.1 Käytettävyyden vaikutus rasvattoman massan kehitykseen jaksoittain 48
9.4.2 Järjestelmän käyttökelpoisuuden vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen 50
9.4.3 Informaation laadun vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen 51
9.4.4 Käyttöliittymän laadun vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen 52
10 POHDINTA 53
10.1 Hypertrofinen maksimivoimaharjoittelu 54

10.2 Käyttöliittymän käytettävyys ja käytettävyyden osa-alueet 55
10.3 Käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutus maksimivoiman ja hypertrofian kehitykseen 57
10.4 Tutkimuksen luotettavuus 60
10.5 Yhteenveto tutkimuksesta 61
11 LÄHTEET 62
12 LIITTEET 69

1 JOHDANTO

Digitaalisuus ja digitalisaatio ovat olleet polttavia puheenaiheita Suomessa viime vuosina. Keskustelun veturina on ollut mm. Sipilän hallitus, joka on ottanut digitalisaation teemaksi kärkihankkeisiinsa (Valtioneuvoston kanslia 2015). Viime aikoina olemme huomanneet, kuinka voimme eri mobiilisovelluksien avulla keskustella lääkärin kanssa miltei ajasta ja paikasta riippumatta. Myös pankissa asiointi sujuu mutkattomasti muutaman älypuhelimen näppäimen painalluksella. Digitalisaatio on ollut läpileikkaava teema viime vuosina myös kuntosaliharjoittelussa ja on mielenkiintoista nähdä, kuinka pitkälle tämä digiloikka suuntaa ja mihin suuntaan se vie.

Näinä päivinä kuntosalilla käyvä harjoittelija huomaa digiloikan ponnistuksen olleen terävä, sillä usean kuntoilijan huomaa salilla liikkuvan älypuhelimensa kanssa. Tosin suuri osa näistä kuntoilijasta käyttää älypuhelinta ainoastaan musiikin kuunteluun ja sosiaalisen median päivittämiseen, mutta joukosta löytyy myös kuntoilijoita, jotka käyttävät eri mobiilisovelluksia myös voimaharjoittelun tukemiseen. Markkinoilla onkin paljon eri sovelluksia ja laitteita täyttämään näiden kuntoilijoiden tarpeita.

Mobiilisovellukset, jotka auttavat käyttäjää voimaharjoittelun aikana, eivät ole vielä yhtä suositussa asemassa kuin kestävyysharjoitteluun suunnittelut mobiilisovellukset. Markkinoilla on jo muutama mobiilisovellus, jotka antavat erilaisia voimaharjoitteluohjelmia käyttäjän tarpeen mukaan tai ovat apuna voimaharjoittelun palautumisen seuraamisessa. Ne eivät kuitenkaan ole apuna itse voimaharjoittelussa mm. toistojen laskemisessa ja voimaharjoittelun vastuksen optimoimisessa edellisten toistojen suoritusnopeuden perusteella. Luultavasti tulevaisuudessa voimaharjoitteluun suunniteltuja mobiilisovelluksia alkaa markkinoille ilmaantumaan enemmän teknologian kehittyessä.

Hypertrofisen voimaharjoittelun on todettu monessa eri tutkimuksessa kasvattavan harjoittelijoiden maksimivoimaa sekä kehon rasvatonta massaa (Hartman ym. 2007; Snijders ym.

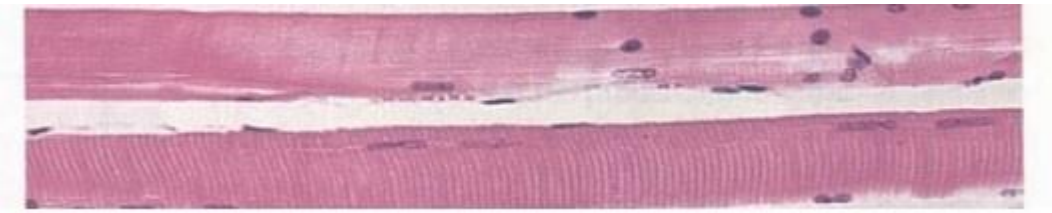
2015). Voimaharjoitteluun kokemattomien harjoittelijoiden kehitystä on myös tutkittu ja huomattu sen poikkeavan voimaharjoitteluun kokeneiden tuloksista (Cadore ym. 2008; Tang ym. 2009).

Mobiilisovellusten yksi tärkeä tekijä on käytettävyys. Käytettävyyden vaikutusta on tutkittu paljon ja käytettävyydellä on todistettu olevan vaikutusta mm. käyttäjän tehokkuuteen (Sonderegger & Sauer 2010) ja tasapainon kehittymiseen (Wüest ym. 2014). Kuitenkaan voimaharjoitteluun suunniteltujen laitteiden käytettävyyden vaikutuksia ei ole tutkittu, joten tutkimukset alalta ovat hyvin vähissä. Tämä johtuu osin siitä, että esimerkiksi voimaharjoitteluun tehtyjä mobiilisovelluksia ei ole markkinoilla vielä paljoa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia Jyväskylän yliopistossa suunniteltua voimaharjoittelua avustavan mobiilisovelluksen käytettävyyttä ja käytettävyyden vaikutusta hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tuloksiin. Jyväskylän yliopistossa suunnitteltu mobiilisovellus toimii käyttäjän voimaharjoittelun apuna mm. voimaharjoittelussa käytettävän vastuksen säätämisessä edellisten voimaharjoittelusarjojen suoritusnopeuden perusteella. Käytettävyyttä tutkitaan tässä tutkimuksessa koehenkilöille teetetyillä käytettävyyskyselyillä, joka antaa tietoa myös käytettävyyden eri osa-alueiden kokemisesta. Tutkimus antaa täten tietoa käytettävyyden eri osa-alueiden vaikutuksista hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tuloksiin.

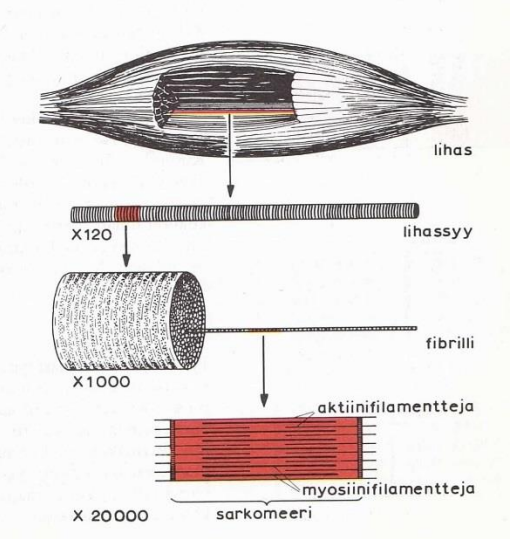
2 LIHAKSEN ANATOMIA

Ihminen koostuu erilaisista lihaksista, joita hän käyttää mm. liikkumiseen ja kommunikoimiseen. Lihaskudoksia on moneen eri tarkoitukseen, minkä takia ihmisen kehosta löytyy sileää lihasta, sydänlihasta sekä luurankolihaksia. Luurankolihaksia kutsutaan myös nimeltä poikkijuovaiset lihakset. Mikroskoopilla tutkittaessa poikkijuovaisesta lihassolusta huomaa selkeästi rakenteessa poikkijuovia, mistä poikkijuovainen lihassolu on saanut nimensä (Kuva 1). Poikkijuovaiset lihakset ovat tahdonalaisia lihaksia, jotka mahdollistavat kehon ja sen eri osien liikkeet. (Nienstedt 2004, 76–78.)



KUVA 1: Poikkijuovainen lihassolu (Nienstedt 2004, 77).

Poikkijuovaisessa lihassolussa myosiini- sekä aktiinimolekyylit ovat ketjuuntuneet, niin että ne muodostavat pitkittäisuuntaisia filamentteja. Filamenteilla on tarkka järjestys, josta johtuu mikroskoopilla havaittava poikkijuovaisuus. Filamenttiryhmät sisältävät poikittaisseinämän, joka jakaa filamentit sarkomeereihin (Kuva 2). Filamenttien liukuminen sarkomeerissa toistensa lomiin aiheuttaa lihassolun supistumisen. Poikkijuovaisen lihassolun sisällä on mm. useita tumia sekä mitokondrioita. Tumat sisältävät solun geneettisen tiedon, jota tarvitaan proteiinisynteesissä (Luku 3.1.). Mitokondriot toimivat solujen aineenvaihduntaan tarvittavan energian tuottajina. (Nienstedt 2004, 36, 76–79; Guyton 2006, 73–74.)



KUVA 2: Lihaksen rakenne (Nienstedt 2004, 77).

Jokaiseen luurankolihakseen liittyy yksi hermosyy ja näin syntyy hermo-lihasliitos. Lihassupistuksen edellytyksenä on lihaksen hermosyytä pitkin tuleva hermoimpulssi. Liitoskohdassa hermopäätteestä erittyy asetyylikoliinia, joka toimii hermoimpulssin välittäjäaineena, mikä saa aikaan lihaskalvoa pitkin etenevän aktiopotentiaalin. Lihassolu sisältää T-putkia, jotka ovat solukalvon jatkeita. Näitä jatkeita pitkin aktiopotentiaali pääsee jatkumaan lihassolun sisään. T-putket vapauttavat sarkoplasmakalvoston avulla solulimaan kalsiumioneja, jotka käynnistävät lihassupistuksen lihassolussa. (Nienstedt 2004, 69–72, 78-79; Guyton 2006, 73–76.)

Yhteen lihassoluun tuleva hermosyy kuuluu alfamotoneuroniin (Kuva 3). Alfamotoneuronista lähtee monta eri hermosyytä, jotka hermottavat monta saman lihaksen lihassoluja. Alfamotoneuroni ja sen hermottamat lihassolut muodostavat motorisen yksikön, jonka lihasolut supistuvat aina yhtä aikaa. Suuren lihaksen motoriseen yksikköön voi kuulua monia tuhansia lihassoluja, kun taas hyvin pienen lihaksen motoriseen yksikköön voi kuulua vain muutama lihassolu. (Fleck & Kraemer 1997, 49; Nienstedt 2004, 78–80.)

KUVA 3: Alfamotoneuroni (Nienstedt 2004, 551).

Lihassolut jaetaan nopeisiin sekä hitaisiin lihassoluihin. Hitaat lihassolut sisältävät paljon mitokondrioita sekä myoglobiinia, joka varastoi happea. Hitaat lihassolut tuottavat käyttämänsä energiansa aerobisesti, mikä tarkoittaa energian tuottamista ravintoaineista hapen avulla. Hitaita lihassoluja kutsutaan myös nimeltä I-tyypin lihassolut. Nopeat lihassolut toimivat pääasiallisesti anaerobisesti eli tuottavat energiansa ilman happea, jolloin sivutuotteena syntyy maitohappoa, joka aiheuttaa lihasväsymystä. Nopeista lihassoluista käytetään nimitystä II-tyypin lihassolut. Nopeat lihassolut pystytään jakaa vielä tyypin IIa- sekä IIb-soluihin. (Fleck & Kraemer 1997, 58–61; Mero ym. 2004, 42–44.). Karjalaisen ym. (2006) mukaan eri lihassolutyyppien pinta-alojen mittasuhteet luurankolihaksissa voivat vaihdella merkittävästi ihmisten välillä mm. geeniperimän ansiosta. Merkittävästä vaihtelusta kertoo se, että hitaiden lihassolujen määrä voi vaihdella jopa 13–96 %. (Karjalainen ym. 2006).

3 MAKSIMIVOIMAHARJOITTELU

3.1 Maksimivoimaharjoittelu ja maksimivoimaharjoittelun vaikutusalueet

Voimaharjoittelu perinteisesti jaotellaan kesto-, maksimi- ja nopeusvoimaharjoitteluun. Maksimivoimaharjoittelun pystyy erottelemaan vielä pidemmälle hermostolliseen ja hypertrofiseen maksimivoimaharjoitteluun (Kuva 4). Hermostollinen maksimivoimaharjoittelu kehittää enemmän lihaksen hermostoa, kun taas hypertrofisessa voimaharjoittelu kehittää enemmän lihaksen rakenteita. Voimaharjoittelutavat eroavat toisistaan mm. harjoittelussa käytetyn vastuksen suuruuden ja tehtävien toistojen sekä harjoitteiden välisen palautumisajan mukaan. (Fleck & Kraemer 1997, 101; Mero ym. 2004, 251 – 261.)

KUVA 4: Voimaharjoittelun eri osa-alueet (Fleck & Kraemer 1997, 101; Mero ym. 2004, 251 – 261).

Voimaharjoittelu vaikuttaa lihaksen voimantuotto-ominaisuuksiin. Voimantuotto-ominaisuuksilla on mahdollista kehittyä, mikäli voimaharjoittelu on suoritettu

ylikuormitusperiaatteen mukaan. Ylikuormitusperiaate tarkoittaa, että voimaharjoittelun rasituksen tulee ylittää sen rasitustason, jolla lihas on aiemmin työskennellyt. Tämän takia aloittelijalla on mahdollista kasvattaa lihasmassaa jopa sangen pienellä harjoitusvastuksella, koska aloittelijan hermo-lihasjärjestelmä ei ole tottunut voimaharjoitteluun. (Häkkinen 1990, 101.) Oikein suoritettu ja ylikuormitusperiaatetta noudattava voimaharjoitus aiheuttaa superkompensaation. Voimaharjoittelun vaikutuksesta syntynyt superkompensaatio johtaa aluksi suorituskyvyn tilapäisen heikkenemisen, joka vaihtuu ajan myötä suorituskyvyn paranemiseen kehon ja hermo-lihasjärjestelmän sopeutuessa kuormitukseen. (McArdle ym. 2010, 521; Schoenfeld 2010.)

3.2 Hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun periaatteet

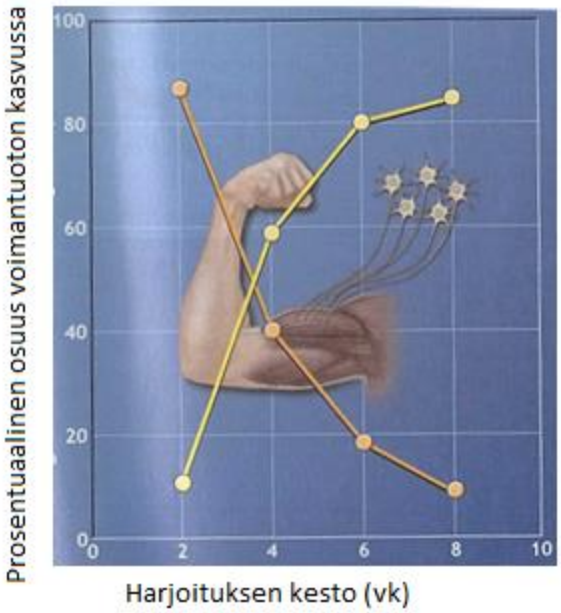
Hypertrofisessa voimaharjoituksessa käytetään yleensä yhtä lihasryhmää kohden useita eri harjoitusliikkeitä. Harjoittelussa tehtävät liikkeet vaihtelevat monta lihasryhmää rasittavista liikkeistä aina tiettyihin lihaksiin kohdistuviin liikkeisiin. (Schoenfeld 2010.) Hypertrofisessa voimaharjoittelussa sarjat suoritetaan usein uupumukseen asti. Tämän takia mm. akuutit hormonitasot voivat kohota hyvinkin korkealle yhden harjoitussarjan jälkeen. (Mero ym. 2004, 132, 262.)

Hypertrofiseksi voimaharjoitteluksi kutsutaan voimaharjoittelua, jossa harjoittelun vastuksena käytetään kuormaa, joka on 60 – 80 % yhden toiston maksimista (1 RM). Hypertrofisessa voimaharjoittelussa sarjatoistot ovat välillä 6 – 12. Sarjapalautukset ovat lyhyet eli yleensä alle 90 sekuntia ja sarjojen määrä harjoituksessa on 3 – 5. (Fleck & Kraemer 1997, 101; Mero ym. 2004, 261–263.) Meron ym. (2004, 262) mukaan edellä mainittu hypertrofinen voimaharjoittelu kasvattaa lihasmassaa. Fisherin ym. (2011 ja 2013) tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että kokemattomilla voimaharjoittelijoilla on mahdollista saada yhtä korkeita hypertrofisia tuloksia rasittamalla yhtä lihasryhmää yhdellä sarjalla kuin kokeneen voimaharjoittelijan rasittaessa samaa lihasryhmää useammalla sarjalla. Sallesin ym. (2009) tutkimus osoittaa, että on mahdollista hypertrofisessa voimaharjoituksessa

yltää tiettyyn rasituksen tasoon, jonka jälkeen harjoituksesta saadusta rasituksesta ei ole enää hyötyä harjoitusvasteiden kasvattamiselle.

4 VOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUKSET HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄÄN

Pitkään jatkunut voimaharjoittelu voi johtaa muutoksiin lihaksen rakenteellisissa mekanismeissa ja hermostollisissa ohjausmekanismeissa. Nämä muutokset johtavat hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuuksien kehittymiseen. Voimantuotto-ominaisuuksien kasvu johtuu ensimmäisten harjoitusviikkojen aikana hermostollisten ohjausmekanismien muutoksista. Harjoittelun jatkuttua pitempään voimantuotto-ominaisuuksien kasvu johtuu lihaksen rakenteellisista muutoksista (Kuva 5). (McArdle ym. 2010, 521.)



KUVA 5: Voimantuoton lisääntymisen mekanismin muutokset voimaharjoittelun johdosta prosentuaalisesti 10 viikon voimaharjoittelun aikana. Ruskea väri = hermostolliset ohjausmekanismit, Keltainen väri = Lihaksen rakenteelliset mekanismit (McArdle ym. 2010, 521).

4.1 Hermostollinen adaptaatio

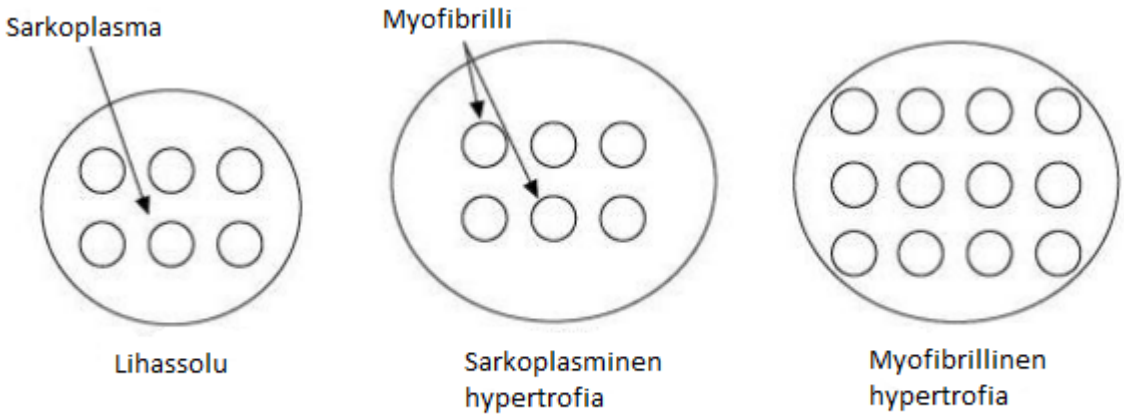
Voimaharjoittelu johtaa muutoksiin harjoittelun vaikutuksesta rasittuneissa lihaksissa, jotka johtavat voimantuotto-ominaisuuksien kasvuun hermo-lihasjärjestelmässä. Voimantuotto-ominaisuuksien kasvu johtuu agonisti-, synergisti- ja antagonistilihaksien parempana hallintana voimantuoton aikana. Voimaharjoittelun vaikutuksia agonisti-, synergisti- ja antagonistilihaksissa voidaan tutkia mittaamalla muutoksia näiden lihasten EMG-aktiivisuudessa. Monissa tutkimuksissa koehenkilöillä agonistilihaksen aktivaation määrän on todettu kasvaneen pitkään jatkuneen voimaharjoittelun johdosta. Harjoittelun on havaittu myös vaikuttaneen synergisti ja antagonistilihaksien aktivaatioon, mikä näkyy näiden lihasten parempana aktivoitumisajoituksena sekä -voimakkuutena voimantuoton aikana. (Gabriel ym. 2006, Folland & Williams 2007.)

Voimaharjoittelun on tutkittu vaikuttavan antagonistilihaksien aktivaatioon, mikä auttaa kasvattamaan voimantuotto-ominaisuuksia. Antagonistilihaksien aktivaation väheneminen voi olla suurta, mikä mahdollisesti kattaa huomattavan osan hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuuksien kasvusta ensimmäisten viikkojen aikana. Toisaalta antagonistilihaksen aktivaation vähenemisessä riittää vielä tutkittavaa. Voi olla, että voimantuotto-ominaisuuksien kehittymisen kannalta onkin tärkeämpää nivelen vakaus ja tasapaino, jolloin antagonistilihasten aktivointi on riittävän suuri turvaamaan nivelen tasapainon eikä lihaksen maksimaalinen voimantuotto, jolloin antagonistilihasten aktivointi on mahdollisimman vähäinen. (Gabriel ym. 2006.)

4.2 Lihastason adaptaatio

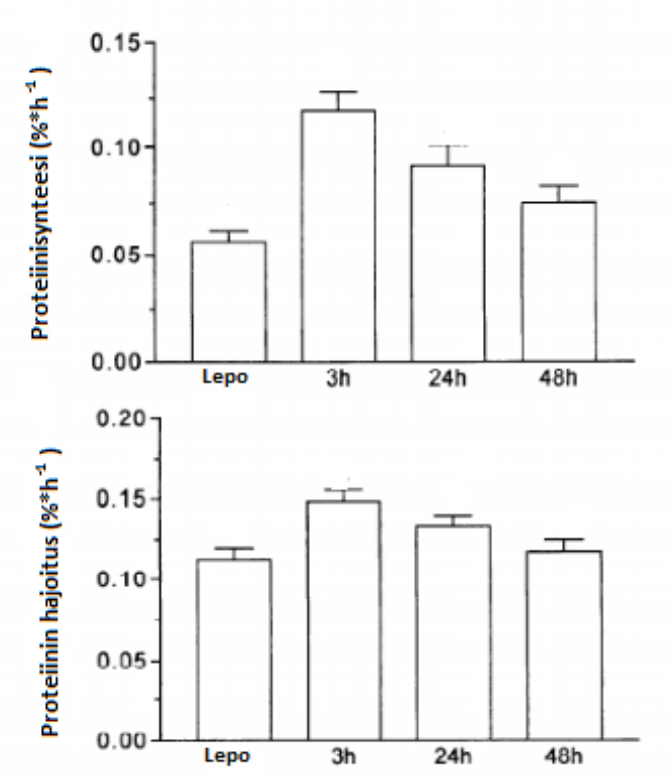
Voimaharjoittelu johtaa Zatsiorskyn & Kraemerin (2006, 50) mukaan hypertrofiaan, joka on sekoitus sarkoplasmista sekä myofibrillista hypertrofiaa. Sarkoplasminen hypertrofia tarkoittaa mm. lihassolun sisällä olevan nesteen määrän kasvua. Myofibrillinen hypertrofia tarkoittaa myofibrillien koon sekä määrän kasvua lihaksessa (Kuva 6). (Schoenfeld 2010;

Zatsiorsky & Kraemer 2006, 50.) Seynnesin ym. (2007) mukaan kolmen viikon voimaharjoittelun jälkeen voi lihaksen poikkileikkauksesta havaita muutoksia.



KUVA 6: Sarkoplasminen ja myofibrillinen hypertrofia (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 50).

Lihaskasvun laukaisevia tekijöitä Schoenfeldin (2010) mukaan ovat voimaharjoituksesta johtuvat lihaksen mekaaninen jännitys, aineenvaihdunnallinen stressi sekä lihassoluvauriot. Nämä muutokset laukaisevat monimutkaisia signalointijärjestelmiä, joiden kautta proteiinisynteesi alkaa kasvaa (Schoenfeld 2010). Lihaksen proteiiniaineenvaihduntaa, joka tarkoittaa sekä proteiinisynteesiä että proteiinin hajotusta, tarvitaan säätelemään lihasmassan ylläpitoa. Henkilön ollessa pitkään syömättä lihaksissa alkaa vallita suuri proteiinin hajotustila. Ravintoa saadessaan proteiiniaineenvaihdunta lihaksessa vaihtuu proteiinisynteesiksi. (Kumar ym. 2009.) Myös voimaharjoittelun aikana lihaksen proteiinisynteesin on todettu laskevan ja proteiinin hajotuksen kasvavan. Vasta voimaharjoittelun jälkeen proteiinisynteesi alkaa kasvaa ja säilyy pitkään kohonneena. Tällöin proteiinisynteesi on suurempaa kuin proteiinin hajotus ja lihas alkaa kasvamaan. (Kuva 7). (Schoenfeld 2010; Bodine 2006.) Drummondin ym. (2009) tutkimuksessa proteiinisynteesin todettiin pysyvän korkealla 24 – 72 tuntia harjoituksen jälkeen ja tällöin lihaskasvu eli lihashypertrofia on suurinta.



KUVA 7: Yhden voimaharjoittelukerran vaikutus proteiinisynteesiin sekä proteiinihajoitukseen (Phillips ym. 1997).

5 HYPERTROFIA

Lihashypertrofialla tarkoitetaan yleensä myofibrillistä hypertrofiaa, joka on myofibrillien määrän sekä koon kasvua (Folland & Williams 2007). Myofibrillaariseen hypertrofiaan on todistettu vaikuttavan geeni-ilmentymien vaihtelut sekä proteiinisynteesin taso (Coffey & Hawley 2007). Lihashypertrofiaan kuuluu myös sarkoplasmista hypertrofiaa, joka tarkoittaa supistamattomien elementtien ja nesteen määrän kasvua lihaksessa (Schoenfeld 2010; Zatsiorskyn & Kraemer 2006, 5).

Suurimmillaan lihaskasvun on todettu olevan noin 3 kg 10 viikon voimaharjoittelulla (Fleck & Kraemer 2014, 114). Tutkimuksissa kuitenkin harvoin päästään näin korkeisiin hypertrofiavasteisiin. Esimerkiksi Snijderin ym. (2015) tutkimuksessa koehenkilöt kehittivät 12 viikon voimaharjoittelun aikana lihasmassaa noin 1,9 kg. Fleck & Kreamerin (2014, 114) lukuja lähelle kuitenkin on päästy. Hartmanin ym. (2007) tutkimuksessa koehenkilöt saivat 12 viikon voimaharjoittelun ansiosta kehitettyä lihasmassaa noin 3 kg.

5.1 Proteiinisynteesi

Proteiinisynteesi saa aikaan monimutkaisen systeemin, jossa lihassolun tuman DNA-molekyylin sisältämän informaation avulla kootaan uusia proteiinia ja sitä kautta lihassoluja. Proteiinisynteesin aluksi tumassa muodostuu lähetti-RNA (transkriptio). Tämän jälkeen lähetti-RNA kuljetetaan solulimassa sijaitsevan ribosomin luokse, jonka pinnalla tapahtuu translaatio eli aminohapot liitetään toisiinsa peptidisidoksien avulla pitkiksi ketjuiksi siirtäjä-RNA:n avulla. Tämän jälkeen proteiini jatko käsitellään, jonka jälkeen se tarpeen mukaan jää soluun tai siirtyy toisin solujen käytettäväksi. (Guyton 2006, 330–35; Nienstedt 2004, 41–42.) Transkriptiovaihe toimii useimmiten rajoittavana tekijänä proteiinisynteesissä (Layman 2002).

5.2 Ravinto

Hypertrofiassa suuri rooli on myös ravinnolla. Voimaharjoittelun ja oikeanlaisen ravinnon yhdistelmällä on huomattu olevan hyvin suuri positiivinen vaikutus proteiinisynteesiin (Drummond ym. 2009). Oikein suunnitellun ravinnon on todettu vaikuttavan voimaharjoituksen vasteisiin kasvattamalla proteiinisynteesiä sekä pienentämällä proteiinien hajotusta (Bird 2010).

Korkealaatuisen proteiinin on ennen kaikkea todistettu stimuloivan lihaksen proteiinisynteesiä voimaharjoituksen jälkeen. Moore ym. (2009) tutki voimaharjoittelun jälkeen nautitun erikokoisten proteiiniannosten vaikutusta lihaksen proteiinisynteesiin. Tutkimuksessa käytetyt proteiiniannokset olivat massaltaan 0 g, 5 g, 10 g, 20 g ja 40 g. Moore ym. (2009) huomasi, että proteiinisynteesi oli korkeimmillaan jo 20 g proteiinilisällä eikä verratessa proteiinisynteesiä merkittävää eroa 40 g proteiinilisäannokseen näkynyt.

Hartman ym. (2007) tutki 56 koehenkilön avulla lihashypertrofiaa kolmella eri ryhmällä. Ryhmät jakautuivat soijaproteiiniryhmään, maitoryhmään sekä kontrolliryhmään. Kaikki ryhmät suorittivat 12 viikon voimaharjoittelun. Heti harjoituksen jälkeen sekä tunti harjoituksesta soijaproteiiniryhmän koehenkilöt saivat 0,5 litraa soijaproteiinijuomaa ja maitoryhmän koehenkilöt saivat 0,5 litraa rasvatonta maitoa. Kontrolliryhmän koehenkilöt saivat 0,5 litraa placebojuomaa. Rasvaton massa kehittyi tutkimuksen aikana keskimäärin noin 3 kg ja kehitys oli korkeinta maitoryhmällä. Kaikki ryhmät saivat myös paranneltua 1 RM-tuloksia. Jalkojen ojennus 1 RM kehittyi keskimäärin kaikilla noin 50 %. Maitoryhmällä 1 RM:n keskiarvon oli korkeinta, noin 67 %.

Volek ym. (2013) tutki vehnäproteiinin-, soijaproteiinin- sekä hiilihydraattipitoisten lisäravinteiden vaikutusta voimaharjoittelun tuloksiin. Suurimmat parannukset lihashypertrofiassa huomattiin saavuttavan vehnäproteiinilla ja heikoimmat parannukset hiilihydraattipitoisella lisäravinteella (Volek ym. 2013). Proteiinin saannin ajoituksellakin on merkitystä lihaksen hypertrofiassa. Cribbs & Hayes (2006) osoittivat, että 10 viikon voimaharjoittelun jälkeen

proteiinilisäravinne nautittuna ennen ja jälkeen voimaharjoittelun aiheuttivat suuremman lihashypertrofian kuin muuna aikana nautittu proteiinilisäravinne.

5.3 Sateliittisolut

Sateliittisolut ovat lihassolujen esiasteita, jotka tarvittaessa aktivoituvat lihassolujen käyttöön. Sateliittisolut sijaitsevat poikkijuovaisen lihassyyn reunoilla. (Nienstedt 2004, 90.) Kadi & Thornellin (2000) mukaan uusien lihassolujen kehittyminen tapahtuu sateliittisoluista, jotka lisäävät lihassoluihin tumia, silloin kun lihassolut kasvavat esimerkiksi harjoittelun myötä. Hawken & Gerryn (2001) mukaan voimaharjoitus aiheuttaa tulehdusreaktion, jota pidetään hyvin tärkeänä satelliittisolujen aktivoitumisessa. Monien tutkimuksien mukaan sateliittisolujen aktivaatio näyttää olevan välttämätöntä lihashypertrofiaprosessin alussa (Sinha-Hikim ym. 2003). Tosin sateliittisolujen roolin tärkeys lihashypertrofiassa ei ole aivan yksiselitteinen, vaan siinä riittää vielä tutkittavaa (Wang & McPherron 2012; Lee & Burd 2012).

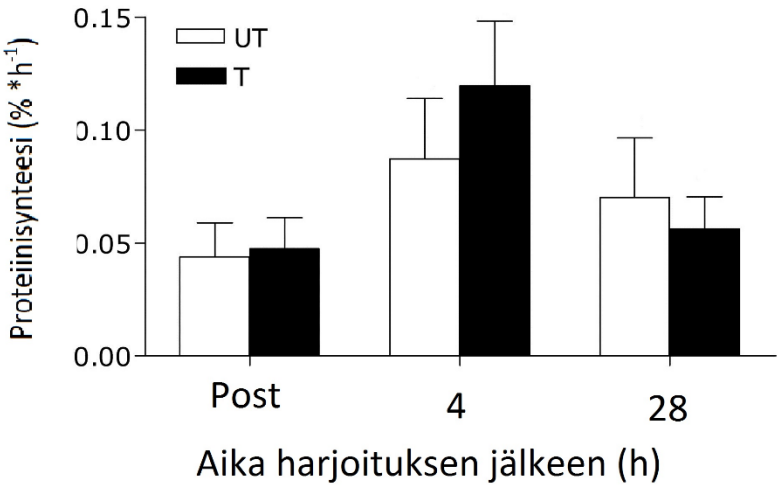
5.4 Lihassolujakauma ja hormoonallinen säätely

Tutkimusten mukaan voimaharjoittelu vaikuttaa ainoastaan lihassolujen pinta-alaan eikä se aiheuta lihassolutyyppien määrän vaihtelua. Voimaharjoittelun ansiosta II-tyypin lihassolujen pinta-ala kasvaa suhteessa I-tyypin lihassolujen pinta-alaan. Tämä selittyy sillä, että II-tyypin lihassoluilla lihaskasvu on suurempaa. (Jansson ym. 1990; Kryger & Andersen 2007.)

Lihaksen hypetrofiaan vaikuttavassa hormonaalisessa säätelyssä on mukana monia eri hormoneja, joista suurin rooli on testosteronilla sekä kasvuhormonilla (Fleck & Kraemer 2004, 100–109). Voimaharjoittelu nostaa näiden hormonien pitoisuutta veressä (Schoenfeld 2010).

5.5 Kokemattomat harjoittelijat vs. kokeneet harjoittelijat

Kokemattomilla voimaharjoittelijoilla tapahtuu lihashypertrofiaa enemmän kuin kokeneilla voimaharjoittelun tuloksena. Tangin ym. (2009) tutkimuksessa 10 perustervettä nuorta miestä harjoittelivat 8 viikon ajan pelkästään toista jalkaa ja kahdeksan viikon harjoittelun jälkeen suorittivat voimaharjoituksen molemmille jaloille, jonka jälkeen tutkittiin proteiinisynteesiä molempien jalkojen lihaksista. Proteiinisynteesi kasvoi molemmilla jaloilla. Harjoituksen jälkeen harjoitelleella jalalla proteiinisynteesi oli eniten koholla 4 tuntia harjoituksesta. 28 tuntia harjoituksen jälkeen osat olivat vaihtaneet paikkaa ja harjoittelemattomalla jalalla proteiinisynteesi oli enemmän koholla, kun taas harjoitelleen jalan proteiinisynteesi oli lähellä lepotasoa. Tämä ilmiö osalta selittää osaltaan, miksi kokemattomilla harjoittelijoilla on lihashypertrofia korkeampaa kuin kokeneilla harjoittelijoilla (Kuva 8).



KUVA 8: Harjoittelemattoman jalan sekä harjoitelleen jalan proteiinisynteesivaihtelut voimaharjoittelun jälkeen. UT = harjoittelematon jalka, T = harjoitellut jalka (Tang ym. 2009).

Myös voimaharjoittelun hormonaaliset vasteet ovat korkeammat kokemattomilla harjoittelijoilla kuin kokeneilla voimaharjoittelijoilla. Cadore ym. (2008) tutki omassa tutkimuksessaan voimaharjoittelun hormonaalisien vasteiden eroja kokeneiden sekä kokemattomien voimaharjoittelijoiden välillä. Kokemattomilla voimaharjoittelijoilla olivat selkeästi korkeammat vasteet mm. kokonaistestosteronin, vapaan testosteronin, kortisolin sekä DHEA-arvoissa. Kokeneilla voimaharjoittelijoilla ainoastaan vapaan testosteronin määrä kasvoi voimaharjoittelun jälkeen. Cadoren ym. (2008) mukaan kokeneet voimaharjoittelijat tarvitsevat selkeästi kovemman harjoituksen kuin kokemattomat harjoittelijat saadakseen korkeammat hormonaaliset vasteet voimaharjoittelun jälkeen.

6 KÄYTETTÄVYYS

Käytettävyyden määrittelyyn on olemassa monenlaisia menetelmiä ja tapoja. Esimerkiksi ISO 9241 – standardissa käytettävyys määritellään, kuinka hyvin käyttäjä pystyy käyttämään tuotetta saavuttaakseen määritellyt tavoitteet tehokkuudessa, suorituskyvyssä ja tyytyväisyydessä tietyssä käyttöympäristössä. (ISO/IEC 9241-210, 2010). Toisen tunnetun määritelmän käytettävyydestä on kirjoittanut Jakob Nielsen, joka on erittäin arvostettu käytettävyyden tutkija ja hänen tutkimuksiansa sekä kirjaansa Usability engineering (1993) käytetään viittauksina monissa tutkimuksissa nykypäivänäkin (Kim ym. 2012; Or & Tao 2012; Chan ym. 2011). Käytettävyyttä voidaan tutkia heuristisilla arvioinneilla, kognitiivisilla läpikäynneillä tai käytettävyyskyselyillä (Nielsen 1993, 209). Nielsen (1993, 26) on määritellyt käytettävyyden viidellä eri ominaisuudella, jotka ovat opittavuus, tehokkuus, muistettavuus, virheet sekä tyytyväisyys.

Järjestelmän tai tuotteen opittavuudella tarkoitetaan sitä, että käyttäjä oppii tuotteen tai järjestelmän käytön helposti tasolle, jolla käyttäjä pystyy aloittamaan työskentelyn. Tehokkuus taas viittaa käyttäjän mahdollisuuteen päästä korkeaan tuottavuuteen käyttäessään tuotetta tai järjestelmää opittuaan sen käytön. Muistettavuus merkitsee sitä, että käyttäjä voi pitkän tauon jälkeen palata käyttämään järjestelmää ja hän muistaa tuotteen tai järjestelmän käytön helposti. Järjestelmän käytettävyyteen vaikuttavat tietysti käyttäjän tekemät virheet ja virheiden sattuessa korjaamisen helppous. Tyytyväisyys on tärkeä tekijä järjestelmän käytettävyydessä, varsinkin kun järjestelmän tai tuotteen ensisijainen tavoite on käyttäjätyytyväisyys. (Nielsen 1993, 26.)

Koehenkilön kokemaan käytettävyyteen vaikuttavat monet asiat. Esimerkiksi iällä (Granata 2013; Laver ym. 2011) ja sosio-ekonomisella taustalla (Sonderegger & Sauer 2013) on vaikutusta käytettävyyden kokemiseen. Laverin ym. (2011) tutkimuksessa ikääntyneet käyttäjät yrittivät korvata perinteistä fysioterapiamuotoa virtuaalipelillistämisellä, mutta ikääntyneet

kokivat tämän vieraaksi ja halusivat mieluummin perinteistä fysioterapiamuotoja. Käytettävyydellä on havaittu olevan vaikutusta koehenkilön kokemaan miellyttävyyteen tuotteesta tai järjestelmästä (Fruhling 2006; Mugge & Schoormans 2012).

Käytettävyyden vaikutusta on tutkittu paljon ja käytettävyydellä on todistettu olevan vaikutusta mm. käyttäjän tehokkuuteen (Sonderegger & Sauer 2010) ja tasapainon kehittymiseen (Wüest ym. 2014). Wüestin ym. (2014) tutkimuksessa koehenkilöt saivat parannettua tasapainoa virtuaalisella tasapainopelillä. Koehenkilöt kokivat virtuaalisen tasapainopelin käytettävyyden hyväksi, mikä Wüestin ym. (2014) mukaan oli tärkeä asia tasapainon positiivisessa kehittymisessä. Sonderegger & Sauer (2010) testasi 60 koehenkilön avulla kahden eri kännykän käytettävyyden vaikutusta oppimistehokkuuteen. Toisen kännykän käytettävyys oli hyvä ja toisen kännykän käytettävyys oli heikko. Paremman käytettävyyden omaavalla kännykällä koehenkilöt olivat tehokkaampia kuin heikoimman käytettävyyden omaavalla kännykällä.

Kännykkäsovelluksien, joiden suunnittelussa käytettävyys on otettu huomioon, avulla on saatu hyviä tuloksia mm. sokeiden oppimistuloksissa (Sanches & Flores 2008) ja liikalihavuuden hallinnassa (Carter ym. 2013). Visuaalisella palautteella on saatu parannettua tasapainoaharjoittelun (Hagedorn & Holm 2010) ja voimaharjoittelun tuloksia (Leslie ym. 2005). Reaaliaikaisella palautteella myös on huomattu vaikuttavan positiivisesti voimaharjoitteluun (Randell ym. 2011). Voimaharjoitteluun suunniteltujen laitteiden käytettävyyden vaikutuksia ei ole tutkittu, joten tutkimukset alalta ovat hyvin vähissä. Edellä mainittuihin tutkimuksiin vedoten voimaharjoitteluun suunnittelun mobiilisovelluksen käytettävyydellä voi olla vaikutusta voimaharjoittelutuloksissa.

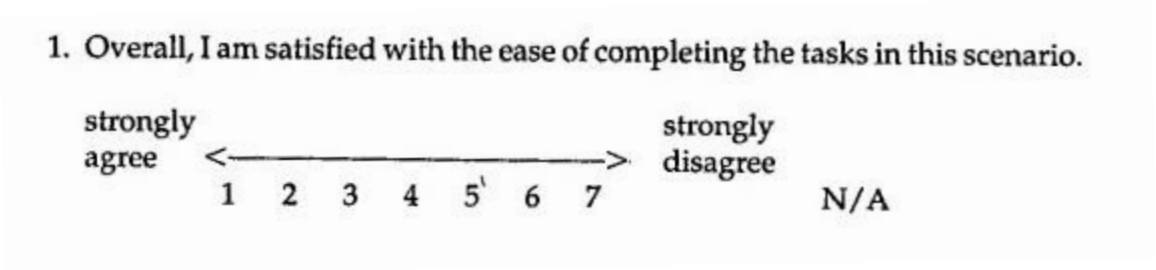
Ajan kuluessa käytettävyyden kokemisen ääripäät tasoittuvat. Ääripäiden tasoittuminen johtuu siitä, että käytettävyyden heikoksi kokeneilla kokemus käytettävyydestä paranee ajan myötä. Ääripäiden tasoittumiseen vaikuttaa myös käytettävyyden hyväksi kokeneilla käytettävyyden kokemisen heikkeneminen ajan kuluessa (Sonderegger ym. 2012.)

6.1 Eri käytettävyyskyselyt

Nielsenin (1993, 209) mukaan käytettävyyskyselyn teettäminen käyttäjille on toimiva menetelmä tutkia käyttäjän näkemyksiä ja kokemuksia ohjelmasta tai tuotteesta. Tässä luvussa käsitellään eri standardoituja käytettävyyskyselyitä, joita on käytetty käytettävyysalan tutkimuksissa. Nielsenin mukaan käytettävyyskyselyyn tarvitaan 30 koehenkilön vastaukset, jotta käytettävyyskyselyssä voidaan pitää tarpeeksi luotettavana (Nielsen 1993, 209, 223).

6.1.1 CSUQ

CSUQ on IBM:n kehittämä kysely, joka soveltuu erittäin hyvin kenttätutkimuksiin. CSUQ:ssä käytettävyyttä tarkastellaan kolmen eri pääosa-alueen avulla, jotka ovat järjestelmän hyödyllisyys, tiedon laatu ja käyttöliittymän laatu. Kyselyssä esitetään järjestelmästä 19 eri väittämää, joista koehenkilö antaa oman mielipiteenä 7-portaisen Likert-asteikon avulla (Kuva 9). (Lewis 1995.)



KUVA 9: Esimerkki ensimmäisestä väittämästä alkuperäisestä CSUQ-kyselystä. (Lewis 1995).

Asteikko 1 tarkoittaa, että on väittämän kanssa vahvasti samaa mieltä ja asteikko 7 tarkoittaa, että on väittämän kanssa vahvasti eri mieltä. Ensimmäiset yhdeksän väittämää sisältävät kysymyksiä järjestelmän hyödyllisyydestä. CSUQ-kyselyssä järjestelmän hyödyllisyydestä esitetään väittämiä mm järjestelmän opittavuudesta, helppokäyttöisyydestä sekä käyttämisen

nopeudesta. Kyselyn väittämät 9-15 tiedustelevat käyttäjän kokemuksia tiedon laadusta. CSUQ-kyselyssä tiedon laadulla tarkoitetaan mm tarvittavan informaation selkeyttä, informaation löytämisen helppoutta sekä virheilmoitusten laatua. Käyttöliittymän laatua tiedustellaan väittämillä 16–18, jotka painottuvat väittämiin käyttöliittymän laadusta ja odotuksista käyttöliittymän toimintoihin yleensä. Väittämä 19 tiedustelee käyttäjän yleistyytyväisyyttä järjestelmään. (Lewis 1995.)

Lewis (1995) todisti CSUQ-kyselyn luotettavaksi sekä päteväksi käytettävyyden mittariksi. Kyselyä onkin käytetty tänä päivinä monissa tutkimuksissa, joissa on tutkittu käytettävyyttä mm. HIV-potilaiden hoitojärjestelmälle (Schnall ym. 2012) ja eteisvärinän hoitotukilaitteelle (Wess ym. 2011). CSUQ:ta on käytetty myös mobiilisovellusten käytettävyyden tutkimisessa pediatrian (English ym. 2016) ja raskausmyrkytyksen hoitotukilaitteille (Lim ym. 2015).

6.1.2 SUMI

SUMI on Corkin yliopiston kehittämä kysely, jonka avulla pystytään arvioimaan järjestelmän laatua sekä käytettävyyttä. SUMI-käytettävyyskysely muodostuu yhteensä 50 eri väittämästä käytettävyydestä. SUMI-kyselyssä tuotteen tai järjestelmän käytettävyys jaetaan viiteen eri osa-alueeseen, jotka ovat tehokkuus, tunne, avuliaisuus, hallinta sekä opittavuus. (Kirakowski & Corbett 1993). SUMIa myös käytetään paljon nykypäivänä käytettävyyden tutkimisessa liikalihavuuden (O'Malley ym. 2014) ja fyysisen aktiivisuuden apuvälineille (van der Weegen ym. 2014).

6.1.3 SUS

SUS eli System Usability Scale muodostuu kymmenestä eri väittämästä järjestelmän käytettävyydestä. SUS—kyselyssä on viisiportainen Likert-asteikko, jossa on samat ääripäät vastausvaihtoehdoissa kuin CSUQ:ssa eli ”vahvasti samaa mieltä” ja ”vahvasti eri mieltä”.

Saaduista kymmenestä väittämästä tulokset skaalataan asteikolle 0 – 100, josta saadaan selville koehenkilön mielipide järjestelmän käytettävyydestä. SUS-kysely ei arvioi käytettävyyden eri osa-alueita, vaan käytettävyyttä kokonaisuudessaan. (McLellan 2012). SUSia on käytetty viime vuosina mm. syömishäiriön hoitoapuvälineen käytettävyyden tutkimisessa (Nitsch ym. 2016).

7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia Jyväskylän yliopiston kehittämän voimaharjoitteluun käytettävän mobiilisovelluksen käytettävyyden vaikutusta hypertrofiseen maksimivoimaharjoitteluun. Tutkimus oli osa suurempaa GymCoach-tutkimusta, johon sisältyi myös tarkempaa fysiologisempaa tutkimusta mm. hermo-lihasjärjestelmälle ja tehoharjoittelulle. Tämä tutkimus keskittyi ainoastaan mobiilisovelluksen käytettävyyden ja hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tutkimiseen.

Tutkimusongelma 1: Onko hypertrofinen maksimivoimaharjoittelu onnistunut eli onko koehenkilöillä tapahtunut kehitystä hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun ansiosta maksimivoimatuloksissa sekä hypertrofiassa?

Hypoteesi 0: Koehenkilöillä ei ole tapahtunut kehitystä maksimivoimatuloksissa eikä lihasmassassa

Hypoteesi 1: Koehenkilöillä on tapahtunut positiivista kehitystä maksimivoimatuloksissa sekä lihasmassassa (Hartman ym. 2007; Snijders ym. 2015).

Tutkimusongelma 2: Onko koehenkilön kokemalla mobiilisovelluksen käytettävyydellä vaikutusta maksimivoimatuloksiin tai lihasmassan kehitykseen?

Hypoteesi 0: Käytettävyydellä ei ole vaikutusta maksimivoimatuloksiin eikä lihasmassaan.

Hypoteesi 1: Käytettävyydellä on vaikutusta sekä maksimivoimatuloksiin sekä lihasmassan kehitykseen. Mikäli jotkut koehenkilöt kokevat käytettävyyden huonoksi, käytettävyydellä

voi olla suurikin negatiivinen vaikutus maksimivoimatuloksiin sekä lihasmassan kehitykseen (Sonderegger & Sauer 2010).

Tutkimusongelma 3: Tasoittuvatko hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tuloksien kehittymisen erot tutkimuksen loppuvaiheessa?

Hypoteesi 0: Hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tulosten kehittymisen erot eivät tasoitu tutkimuksen loppuvaiheessa.

Hypoteesi 1: Ajan kuluessa käytettävyyden kokemisen ääripäät tasoittuvat ja esimerkiksi käytettävyyden heikoksi kokeneilla kokemus käytettävyydestä paranee ajan myötä. Täten voisi kuvitella, että käytettävyyden heikoksi kokeneilla hypertrofisen voimaharjoittelun tulokset kehittyvät tutkimuksen loppuvaiheessa paremmin, koska he ovat tottuneet järjestelmän heikkoon käytettävyyteen eikä se häiritse heidän harjoittelua loppuvaiheessa. (Sonderegger ym. 2012.)

8 MENETELMÄT

8.1 Koehenkilöt

Tutkimuksessa oli 26 koehenkilöä, joiden keski-ikä oli noin 32,5 vuotta. Tutkimuksen aikana harjoittelun keskeytti neljä koehenkilöä, joten heidän tulokset on jätetty pois. Pituus oli keskimääräisesti noin 179,8 cm painon ollessa 83,2 kg (Taulukko 1). Koehenkilöt rekrytoitiin lehti-ilmoituksen sekä Jyväskylän yliopiston nettisivuille laitetun ilmoituksen perusteella. Tutkimukselle oli eettisen toimikunnan lausunto.

TAULUKKO 1: Koehenkilöiden lähtötiedot (keskiarvo ± keskihajonta)

Muuttuja	Keskiarvo ± keskihajonta
Ikä (v)	32,5 ± 6,5
Paino (kg)	83,2 ± 10,7
Pituus (cm)	179,8 ± 11,7
Rasvaton massa (kg)	58,7 ± 5,0

Koehenkilöiden hyväksymiskriteerinä oli 18 - 45 vuoden ikä sekä systemaattista voimaharjoittelutaustaa ei saanut olla yli vuoden verran kokemusta ennen tutkimuksen aloittamista. Tupakoitsijoita sekä kroonista tautia tai metabolista oireyhtymää sairastavia ei hyväksytty koehenkilöiksi. Koehenkilöillä tuli myös olla oma älypuhelin, jota he käyttivät harjoittelun aikana. Tosin harjoittelun aikana oli ylimääräisiä älypuhelimia varalla mahdollisten ongelmatilanteiden varalta. Koehenkilöt eivät saaneet nauttia tutkimuksen aikana muita lisäravinteita kuin tutkimuksessa tarjottuja. Ennen osallistumista kaikki koehenkilöt kävivät terveystarkastuksessa, joka sisälsi muun muassa lepo-EKG mittauksen.

8.2 Voimaharjoittelu

Tutkimus sisälsi yhteensä 16 viikon voimaharjoittelujakson, joka sisälsi neljän viikon totuttamisjakson sekä 12 viikon hypertrofisen voimaharjoittelujakson. Neljän viikon totuttamisharjoittelujakso sisälsi kaksi harjoitusta viikossa. Yksi harjoitus piti sisällään keskimäärin 9 eri voimaharjoitetta 2-3 sarjalla. Yksi sarja sisälsi 10 - 15 toistoa. Voimaharjoitteet sisälsivät liikkeitä koko vartalolle. Harjoitteista suurin osa tehtiin painopakkalaitteilla. Vastus harjoitteissa oli noin 50 - 70 % yhden toiston maksimista (1 RM). Jokaista harjoittelua oli valvomassa Liikuntabiologian laitoksen opiskelija, jotka ohjeistivat harjoitteiden suorittamisessa, mikäli koehenkilö apua tarvitsi.

Totuttamisjakson jälkeen suoritettu hypertrofinen maksimivoimaharjoittelujakso sisälsi 24 harjoitusta 12 viikon sisällä, jolloin harjoittelumäärä viikossa kasvoi välillä kolmeen. Harjoitteiden intensiteetti myös kasvoi totuttamisjaksoon verrattuna. Liikkeet pysyivät samoina, mutta toistomäärät sekä vastus muuttuivat. Kahdentoista viikon hypertrofinen voimaharjoittelujakso oli vielä jaettu kolmeen eri vaiheeseen jokaisen vaiheen kestäessä neljä viikkoa.

Ensimmäinen jakso sisälsi 100 % pelkästään hypertrofisia maksimivoimaharjoituksia. Toinen jakso sisälsi 75 % hypertrofista maksimivoimaharjoittelua sekä 25 % maksimivoimaharjoittelua. Kolmas jakso sisälsi 25 % hypertrofista maksimivoimaharjoittelua sekä 75 % maksimivoimaharjoittelua. Hypertrofinen maksimivoimaharjoittelu piti sisällään yhdeksän eri voimaharjoitetta jokaisen harjoitteen sisältäen 2 - 4 sarjaa. Toistot vaihtelivat 6 - 15 toiston välillä. Palautumisaika kierrosten välillä oli 1-2 minuuttia ja vastukset olivat 70–85 % 1 RM:stä. Maksimivoimaharjoitukset pitivät sisällään myös 9 eri harjoitetta jokaisen harjoitteen sisältäen myös 2 - 4 sarjaa, mutta toistot olivat ainoastaan välillä 5-12. Palautumisaika oli myös pidempi eli 2-3 minuuttia. Vastukset olivat isommat kuin hypertrofisessa maksimivoimaharjoituksessa eli 70–90 % 1 RM:stä.

Koehenkilöitä kiellettiin tutkimuksen aikana tekemästä muita kovatehoisia harjoituksia, jotka voisivat sekoittaa tutkimuksen tuloksia. Matalatempoinen harjoittelu pyydettiin pitämään samanlaisena koko tutkimuksen ajan, mikäli koehenkilö sellaista harjoittaa. Tutkimuksen alussa koehenkilöille jaettiin kooste Valtion ravitsemusneuvottelukunnan vuonna 2014 julkaistusta ” Terveyttä ruoasta – Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014” ravitsemussuosituksista (Liite 3). Samalla kehotettiin koehenkilöitä noudattamaan näitä ohjeita tutkimuksen ajan. Koehenkilöille annettiin toisesta harjoittelujaksosta lähtien jokaisen voimaharjoituksen jälkeen palautusjuomaa, joka sisälsi 1,2 dl vehnäproteiinia sekä 0,8 dl maltodekstriiniä.

8.3 Voimamittaukset

Voimamittauksia suoritettiin tutkimuksen aikana sisältäen alku-, keskiväli-, sekä loppumittaukset. Mittaukset suoritettiin ennen harjoittelun alkamista, neljä viikkoa harjoittelun jälkeen, 12 viikkoa harjoittelun jälkeen sekä 16 viikon harjoittelun jälkeen. Ennen ensimmäistä voimamittausta koehenkilöille suoritettiin tutustumisvoimamittaus, jossa käytiin läpi voimamittauksen eri vaiheet ja käytettävät laitteet sekä mitattiin tarvittavat säädöt laitteita varten. Voimamittauksissa suoritettiin 1 RM mittaus dynaamisella jalkaprässillä (David 210, David Sports Oy, Helsinki, Finland). Lähtöpolvikulma oli 60 astetta. Koehenkilöt eivät saaneet tehdä hypertrofista voimaharjoitusta päivää ennen voimamittauksiin tuloa.

Voimamittaukset suoritettiin samaan vuorokauden aikaan kuin koehenkilö on aikaisemmat voimamittaukset suorittanut, jotta kronobiologinen vaikutus olisi mahdollisimman vähäinen. Wingetin ym. (1994) mukaan ajankohdalla on vaikutusta ihmisen suorituskykyyn. Eri ajankohtien välillä voi olla jopa 10 % ero henkilön suorituskyvyssä. Ajankohtien väliset erot selittävät biokemialliset, psykologiset ja mentaaliset tekijät (Lemmer 1999). Mm. testosteronin ja kortisolin konsentraatiot vaihtelevat vuorokauden aikana. Teon ym. (2011) mukaan alkuiltana ihminen on parhaassa vireystilassa harjoittelun kannalta.

Ennen 1 RM mittausta koehenkilö suoritti alkulämmittelyn dynaamisella jalkaprässillä suorittaen 5 toistoa 70 % koehenkilön edellisen testin 1 RM:stä. Tämän jälkeen koehenkilö jatkoi alkulämmittelyä tehden 2 toistoa 80–85 % koehenkilön edellisen testin 1 RM:stä sekä yhden toiston 90–95 % koehenkilön edellisen voimamittauksen 1 RM:stä. Alkulämmittelyn jälkeen suoritettiin 1 RM mittaus lisäten dynaamisen jalkaprässin vastusta jokaisen onnistuneen suorituksen jälkeen. Koehenkilön 1 RM saatiin, kun yksittäisiä suorituksia tehtiin epäonnistumiseen saakka 1 minuutin palautumisajalla passiivisesti istuen. Yhden toiston maksimi eli 1 RM määritettiin 2,5 kilogramman tarkkuudella.

8.4 Kehonkoostumusmittaus

Kehonkoostumusmittaukset suoritettiin DXA:lla (Lunar Prodigy Advance, GE Medical Systems – Lunar, Madison WI USA). Mittaukset suoritettiin ennen tutkimuksen alkua, 4 viikon harjoittelun jälkeen sekä 16 viikon harjoittelun jälkeen. DXA-laite jaotteli kehonkoostumuksen mm. rasvattomaan massaan, rasvakudokseen ja luuhun. Laite antoi kehonkoostumustiedot koko keholle sekä myös tietyille kehonosille. Tässä tutkimuksessa keskityttiin kehon koko alueelta rasvattoman massaan, jonka avulla tehdään johtopäätöksiä koehenkilöiden lihashypertrofiasta. DXA-mittaukset suoritettiin 12 tunnin paaston jälkeen. Ennen mittausta tuli olla vuorokausi ilman alkoholia sekä kovaa harjoittelua.

8.5 Käytettävyyskysely

Käytettävyyskyselypohjana käytettiin IBM:n CSUQ-käytettävyyskyselyä (Liite 1). CSUQ on esitelty tarkemmin luvussa 7.1.1. CSUQ valintaa tutkimuksen käytettävyyskyselyksi puoltavat CSUQ:n hyvä soveltuvuus kenttätutkimuksiin, käytettävyyden mittaamista kolmen eri pääulottuvuuden (järjestelmän käyttökelpoisuus, informaation laatu ja käyttöliittymän laatu) avulle (Lewis 1995) sekä CSUQ:ta on käytetty myös mobiilisovellusten tutkimiseen (English ym. 2016; Lim ym. 2015). CSUQ:ssä väittämät numero 1 – 8

kuuluvat järjestelmän käyttökelpoisuus osa-alueeseen. Väittämät 9 – 15 kuuluvat informaation laatuun ja väittämät numero 16 – 18 kuuluvat käyttöliittymän laatuun. Osa-alueita analysoitiin keskiarvoina yksittäisten kysymysten vastauspisteistä. CSUQ:n kääntäminen englanninkielestä suomenkieleen tehtiin yhdessä Jyväskylän Yliopiston Informaatioteknologian laitoksen kanssa.

Kyselyt ajoitettiin osumaan hypertrofisen voimaharjoittelujakson ensimmäisen vaiheeseen, jolloin koehenkilöillä oli menossa harjoittelukerrat 9-16. Tosin kolmella koehenkilöllä kyselyn täyttö venähti yli 16 harjoittelukerran jälkeen täytettäväksi. Harjoittelun valvoja antoi koehenkilölle käytettävyyskyselyn täytettäväksi heti hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun jälkeen. Täyttäessä kyselyä koehenkilön tuli miettiä kyselyn vastauksia juuri tehdyn harjoituksen pohjalta. Kyselyn tehtyä koehenkilö luovutti täytetyn kyselyn valvojalle.

8.6 Harjoitteluun käytetty sovellus

Koehenkilöt käyttivät harjoittelun apuna Jyväskylän Yliopiston kehittelemää älypuhelinsovellusta. Sovelluksen kanssa koehenkilöt käyttivät harjoittelun apuna painopakka-anturia. Anturiin kohdistuvia voimia mittaavat venymäliuskat ja kiihtyvyysanturi, jotka painopakan liikkuessa ylös ja alas, havaitsivat liikkeen suunnan muutoksen. Anturi lähetti tietoja sovellukseen Bluetoothin välityksellä ja näin ollen sovellus pystyi laskemaan mm. koehenkilöiden tekemän toistomäärän sekä toistojen liikenopeuden.

Sovellus käytti harjoitteen liikenopeutta optimoidakseen harjoitusta reaaliaikaisesti. Sovellus näytti myös suositellun toistonopeuden kyseiselle harjoitustavoitteelle. Esimerkiksi jos koehenkilö hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun aikana sai tehtyä suorituksen liian ”helposti”, tämä näkyi anturin venymäliuskojen ansiosta liian nopeana liikenopeutena, jolloin sovellus käski koehenkilöä lisäämään seuraavaan sarjaan lisää vastusta. Sama toimi myös toisinpäin, jos koehenkilö ei saanut tehtyä yhtään toistoa sovelluksen ehdottamalla vastuksella. Tällöin sovellus käski koehenkilöä vähentämään vastusta seuraavaan sarjaan.

Ennen harjoittelun alkamista koehenkilö merkitsi sovellukseen, kuinka mones harjoittelu hänellä on juuri alkamassa. Sen jälkeen sovellus latasi koehenkilölle oikean harjoituksen. Harjoituksen sisällöt vaihtelivat kohdassa 9.2 kerrotun mukaisesti. Sovellus myös kysyi koehenkilöltä mielialaa ennen harjoituksen alkamista, millä oli hieman vaikutusta mm. harjoituksessa käytettävään vastukseen. Sovellus kertoi koehenkilölle tehtävän harjoitteen nimen, käytettävät laitesetukset, vastuksen sekä toistomäärän. Näin ollen koehenkilö pystyi itsenäisesti suorittamaan harjoittelun. Harjoittelua valvomassa olleet Liikuntabiologian opiskelijat antoivat ainoastaan tekniikkaohjeita huomatessaan koehenkilön tehdessä tekniikkavirheitä. Anturi ei pystynyt kuitenkaan tunnistamaan painopakasta harjoitteeseen käytetyn vastuksen määrää, joten koehenkilön vastuulle jäi käyttää harjoitellessa sovelluksen antamaa vastusta.

Mobiilisovelluksen ominaisuuksia verratessa CSUQ-käytettävyyskyselyn eri osa-alueisiin huomataan järjestelmän hyödyllisyyteen vaikuttavan mm. mobiilisovelluksen helppokäyttöisyys ja käyttämisen nopeus. Tiedon laadussa tärkeitä on mm. sovelluksen antaman informaation selkeys tehtävästä voimaharjoitteesta sekä mahdollisten virheilmoitusten laatu. Käyttöliittymän laatuun vaikuttaa käyttäjän odotukset käyttöliittymän toimintoihin.

8.7 Tilastolliset menetelmät

Keskiarvot sekä keskihajonnat laskettiin Microsoft Office Excel 2012 – ohjelmalla (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA), jolla lisäksi tehtiin kuvat sekä taulukot, joilla ilmiöitä havainnollistettiin. Tilastollisiin analyyseihin käytettiin IBM SPSS Statistics 22 – ohjelmaa (IBM Corporation, Atrmonk, New York, USA). Koehenkilöiden välisiä muutoksia 1 RM, rasvattoman massan alku-, väli- ja lopputestien välillä tutkittiin toistomittausten anovalla. Käytettävyyden vaikutuksia 1 RM-tuloksien sekä rasvattoman massan kehittymiseen tutkittiin myös toistomittausten anovalla. Korrelaatiokertoimet laskettiin Kendallin järjestyskorrelaatiokertoimen avulla. Merkitsevyystasoksi asetettiin 0,05. Merkitsevyyden rajat kaikissa käytetyissä testeissä olivat seuraavat: $**p \leq 0.01$ ja $***p \leq 0.001$.

9 TULOKSET

9.1 KÄYTETTÄVYYSKYSELY

Käytettävyyskyselyn keskiarvo 26 koehenkilöllä oli 2,67 asteikolla 1 – 7 (Taulukko 2). Arvosana 1 oli paras vaihtoehto ja 7 kaikista huonoin vaihtoehto. Tarkemmat tulokset käytettävyyskyselyistä löytyvät liitteestä 2. Yhden koehenkilön antama paras keskiarvo käytettävyydelle oli 1,26. Keskiarvon 2,00 alle antaneita koehenkilöitä oli neljä (4), kun taas keskiarvon 3,00 alle antaneita koehenkilöitä oli yhteensä 21. Yli keskiarvon 4,00 eli huonon arvosanan antoi ainoastaan 1 koehenkilö, jonka keskiarvo oli 4,05. Käytettävyyden eri osa-alueiden keskiarvoissa oli hieman vaihtelua. Järjestelmän käyttökelpoisuus sai keskiarvoksi 2,37 eli parhaimman arvosanan. Informaation laatu sai keskiarvoksi 2,82 eli kaikkein heikoimman arvosanan. Käyttöliittymän laadun keskiarvo kyselyssä oli 2,67. Väittämät numero 9 ja 10, jotka saivat selkeästi huonoimmat arvosanat kyselyssä, kuuluivat informaation laatu osa-alueeseen. Se selvästi laski koko osa-alueen keskiarvoa huonommaksi. Ilman näitä kahta väittämää informaation laatu osa-alueen keskiarvo olisi ollut 2,16 eli selkeästi parempi.

TAULUKKO 2: Kaikkien koehenkilöiden antamien vastausten keskiarvot käytettävyydestä ja käytettävyyden osa-alueista (keskiarvo ± keskihajonta). Arvosana 1 paras vaihtoehto ja arvosana 7 huonoin vaihtoehto.

Muuttuja	Keskiarvo ± keskihajonta
Koko kysely	2,67 ± 0,64
Järjestelmän käyttökelpoisuus	2,37 ± 0,61
Informaation laatu	2,82 ± 0,82
Käyttöliittymän laatu	2,67 ± 1,03

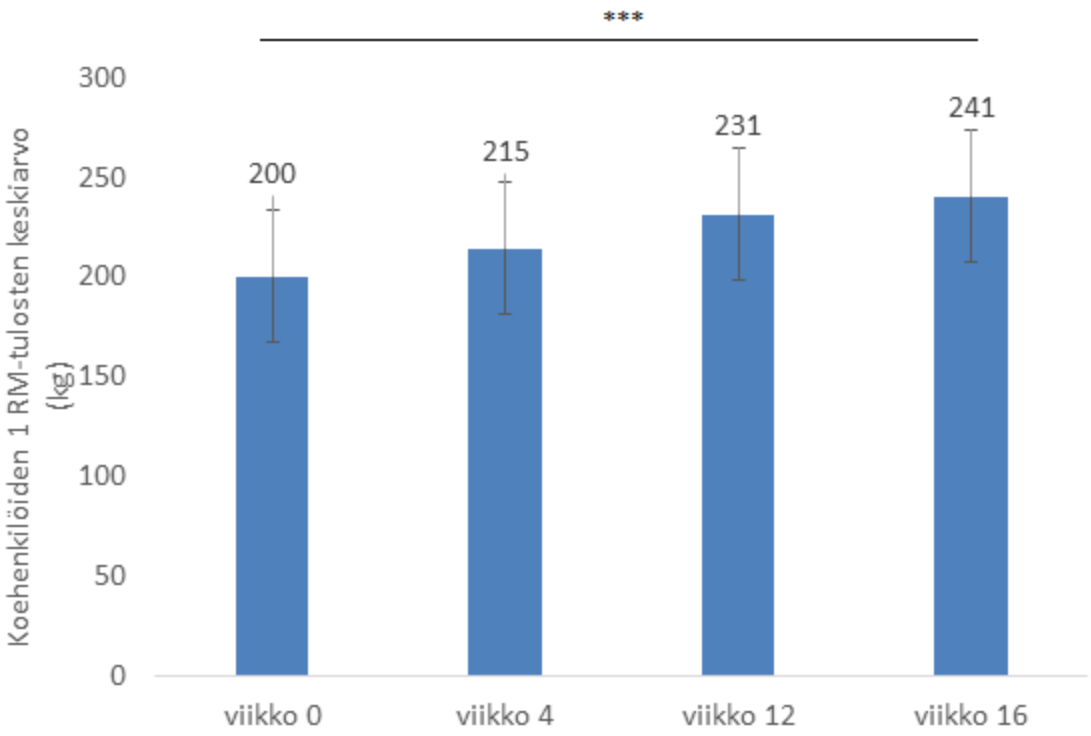
9.2 Maksimivoima ja kehonkoostumus

Tutkimuksen aikana koehenkilöt paransivat dynaamisen jalkaprässin 1 RM tulosta keskimääräisesti noin 40 kg (suhteellinen parannus noin 21 %). Korkeimmillaan 1 RM:n kehitys oli 67,5 kg (suhteellinen parannus 44,26 %) ja heikoimmillaan 20,0 kg (suhteellinen parannus 8,9 %). Tutkimuksen aikana koehenkilöillä rasvaton massa kasvoi keskimääräisesti noin 2,01 kg suhteellisen parannuksen ollessa noin 3,42 %. Korkeimmillaan rasvattoman massan kasvu yhdellä koehenkilöllä oli noin 6,41 kg, kun heikoimmillaan se väheni 0,25 kg. (Taulukko 3.)

TAULUKKO 3: Koehenkilöiden 1 RM-tuloksen, rasvattoman massan sekä rasvamassan kehitys koko tutkimuksen aikana (keskiarvo ± keskihajonta)

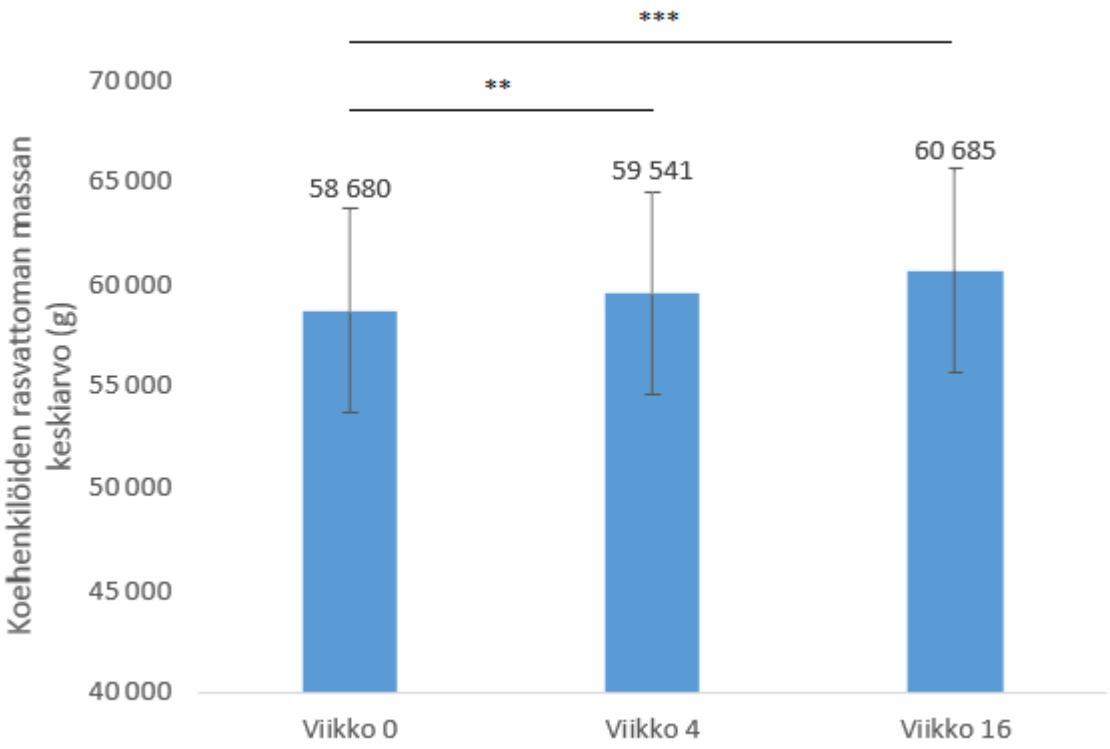
Muuttuja	Pre	Post
1 RM (kg)	200 ± 33	241 ± 31
Rasvaton massa (g)	58 680 ± 4 962	60 685 ± 5 340

Ensimmäisen neljän viikon aikana koehenkilöiden 1 RM kehittyi keskimääräisesti noin 14,3 kg (P≤0,001). Neljän ja 12 viikon välisenä aikana kehitys oli keskimääräisesti noin 16,9 kg (P≤0,001) ja viimeisen 4 viikon aikana 9,1 kg (P≤0,001). (Kuva 10.)



KUVA 10: Koehenkilöiden dynaamisen jalkaprässin 1 RM:n kehitys tutkimuksen aikana. *** P≤0,001

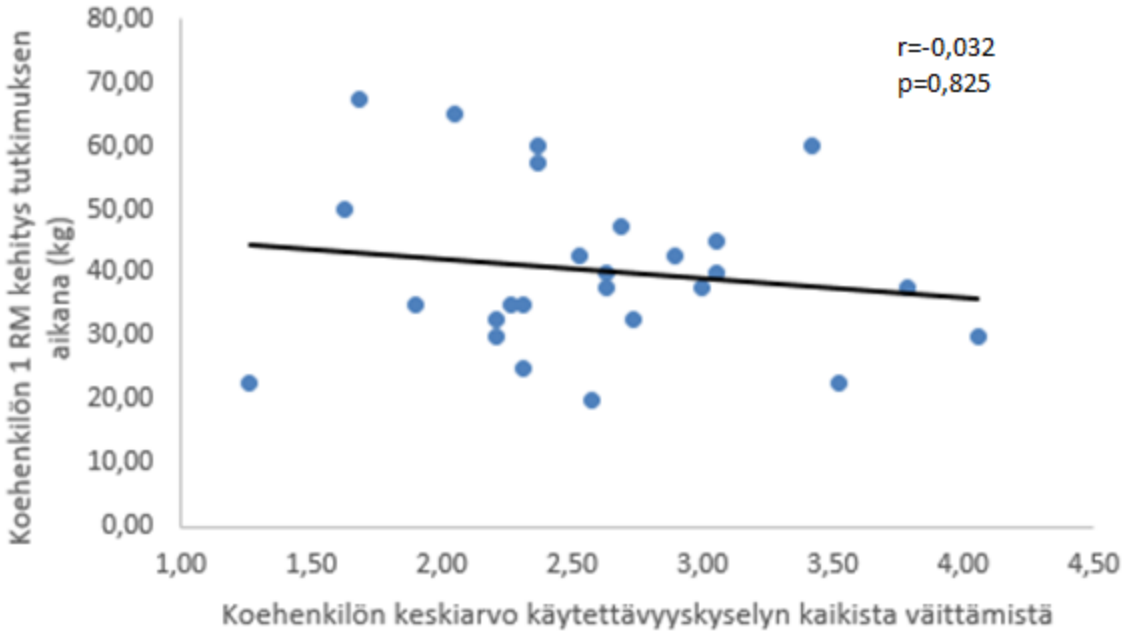
Ensimmäisen neljän viikon aikana rasvaton massa kasvoi keskimääräisesti noin 0,86 kg (P<0,01), kun neljästä viikosta tutkimuksen loppuun eli toisen ja kolmannen harjoittelujakson aikana rasvaton massa kasvoi keskimäärin noin 1,15 kg (P<0,001) (Kuva 11).



KUVA 11: Koehenkilöiden rasvattoman massan kehitys tutkimuksen aikana jaksoittain, **P<0,01, ***P<0,001

9.3 Käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutus maksimivoimaan

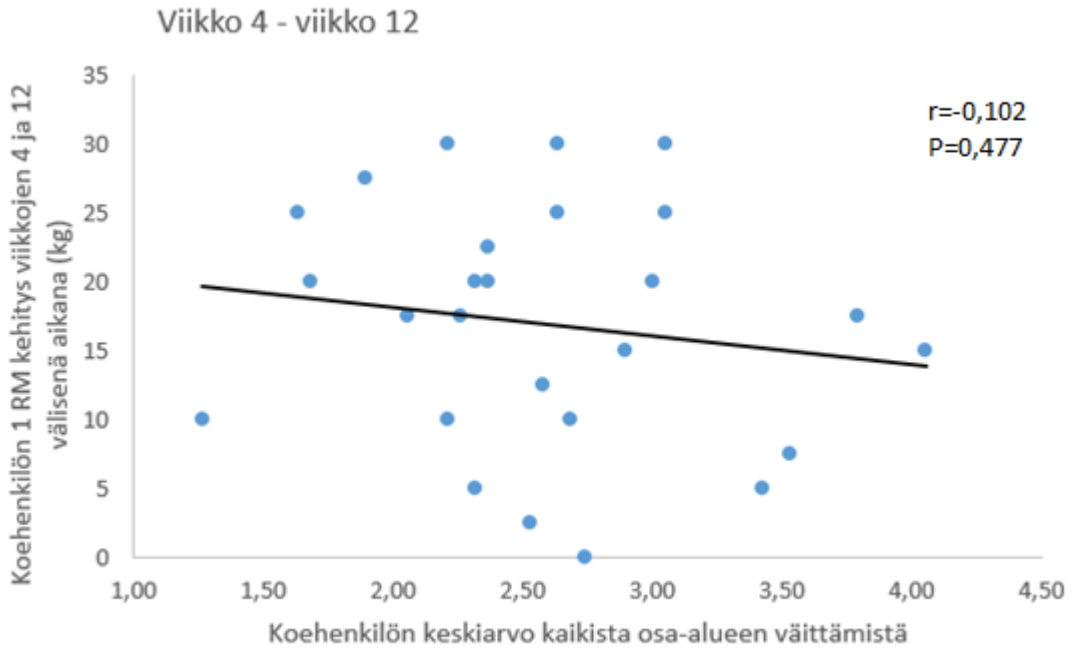
9.3.1 Käytettävyyden vaikutus maksimivoiman kehitykseen



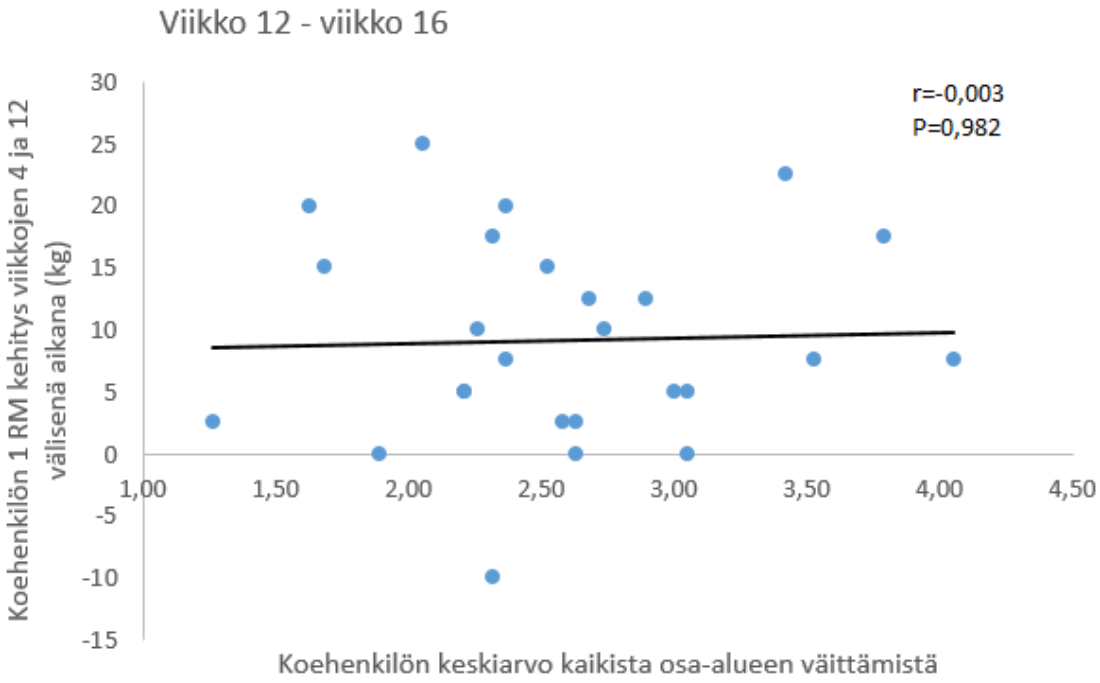
KUVA 12: Koehenkilön jokaisen väittämän keskiarvo verrattuna koehenkilön dynaamisen jalkaprässin 1RM-tulosten kehityksiin. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,032 (P=0,825).

9.3.2 Käytettävyyden vaikutus maksimivoiman kehitykseen jaksoittain

KUVA 13: Koehenkilöiden kaikkien väittämien vastausten antamat keskiarvot verrattuna koehenkilöiden dynaamisen jalkaprässin 1 RM-tulosten kehityksiin ensimmäisen neljän viikon aikana. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,039 (P=0,790).

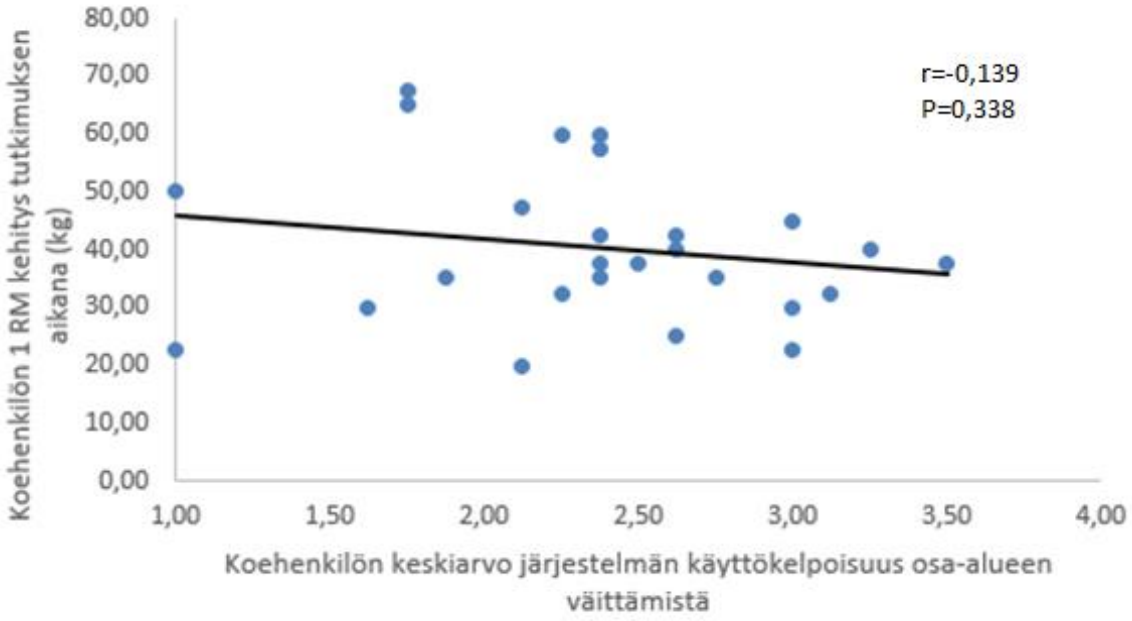


KUVA 14: Koehenkilöiden kaikkien väittämien vastausten antamat keskiarvot verrattuna koehenkilöiden 1 RM-kehitykseen viikkojen 4 ja 12 välisenä aikana. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,102 (P=0,477).



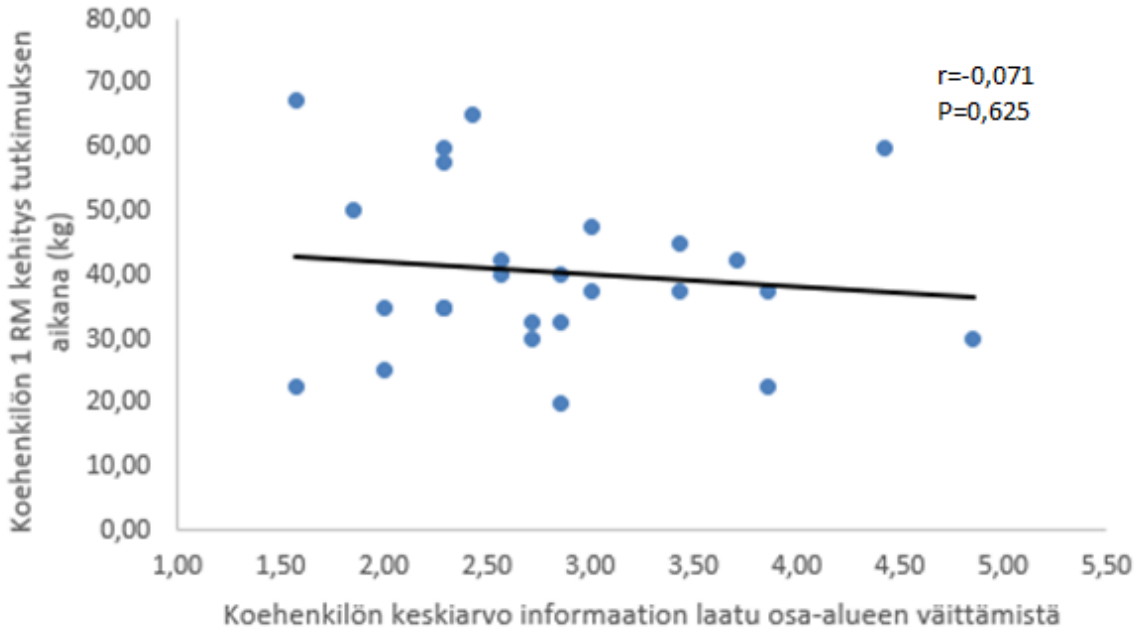
KUVA 15: Koehenkilöiden kaikkien väittämien vastausten antamat keskiarvot verrattuna koehenkilöiden 1 RM-kehitykseen viikkojen 12 ja 16 aikana. Kendallin järjestyskorrelaatio-kerroin on -0,003 (P=0,982).

9.3.3 Järjetelmän käyttökelpoisuuden vaikutus maksimivoiman kehitykseen



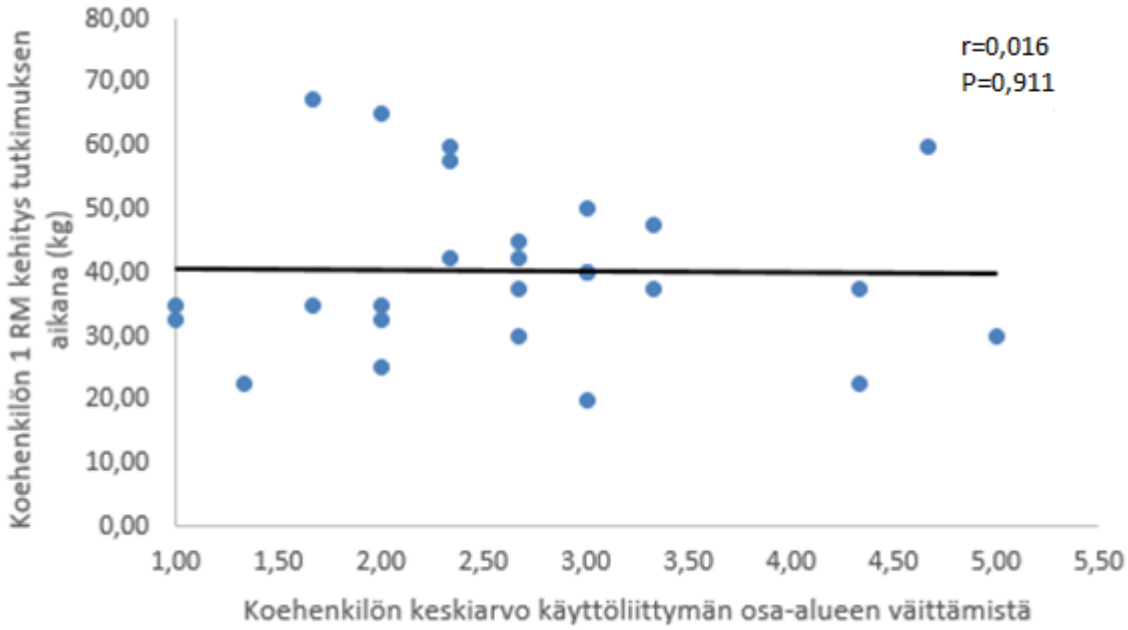
KUVA 16: Järjestelmän käyttökelpoisuus osa-alueen väittämien koehenkilöiden vastauksien keskiarvot verrattuna koehenkilöiden dynaamisen jalkaprässin 1 RM-tulosten kehityksiin. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,139 (P=0,338).

9.3.4 Informaation laadun vaikutus maksimivoiman kehitykseen



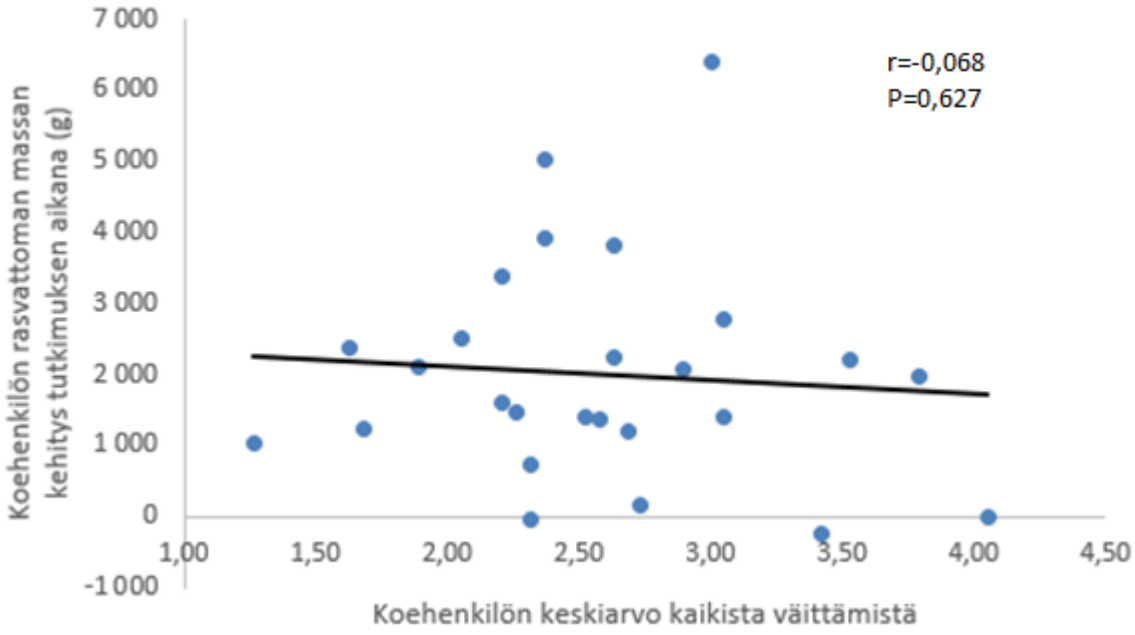
KUVA 17: Informaation laatu osa-alueen väittämien koehenkilöiden vastauksien keskiarvot verrattuna koehenkilöiden dynaamisen jalkaprässin 1 RM-tulosten kehityksiin. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,071 (P=0,625).

9.3.5 Käyttöliittymän laadun vaikutus maksimivoiman kehitykseen



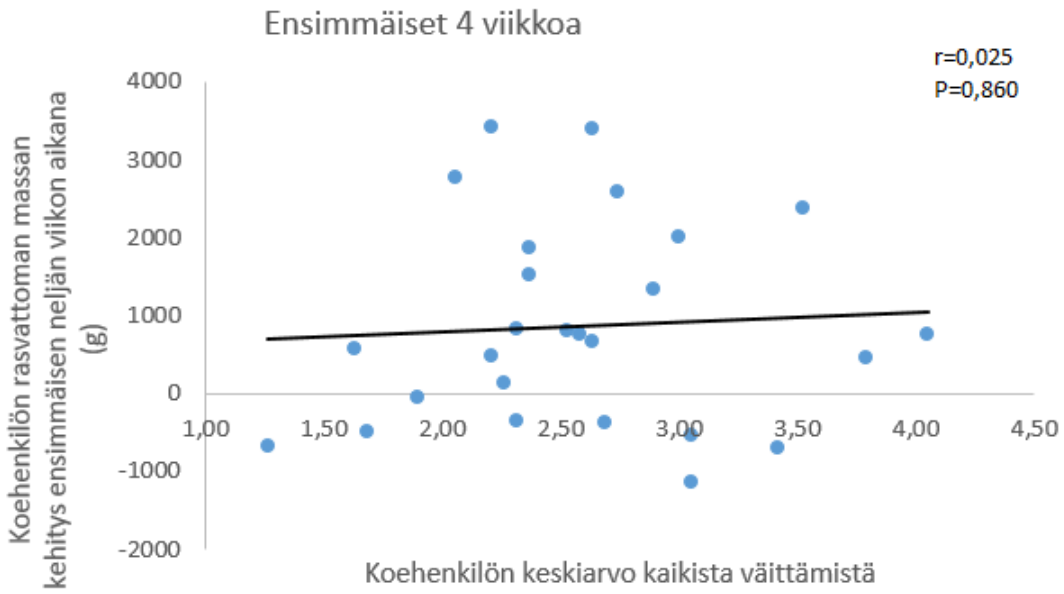
KUVA 18: Käyttöliittymän laatu osa-alueen väittämien koehenkilöiden vastauksien keskiarvot verrattuna koehenkilöiden dynaamisen jalkaprässin 1 RM-tulosten kehityksiin. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on 0,016 (P=0,911).

9.4 Käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen

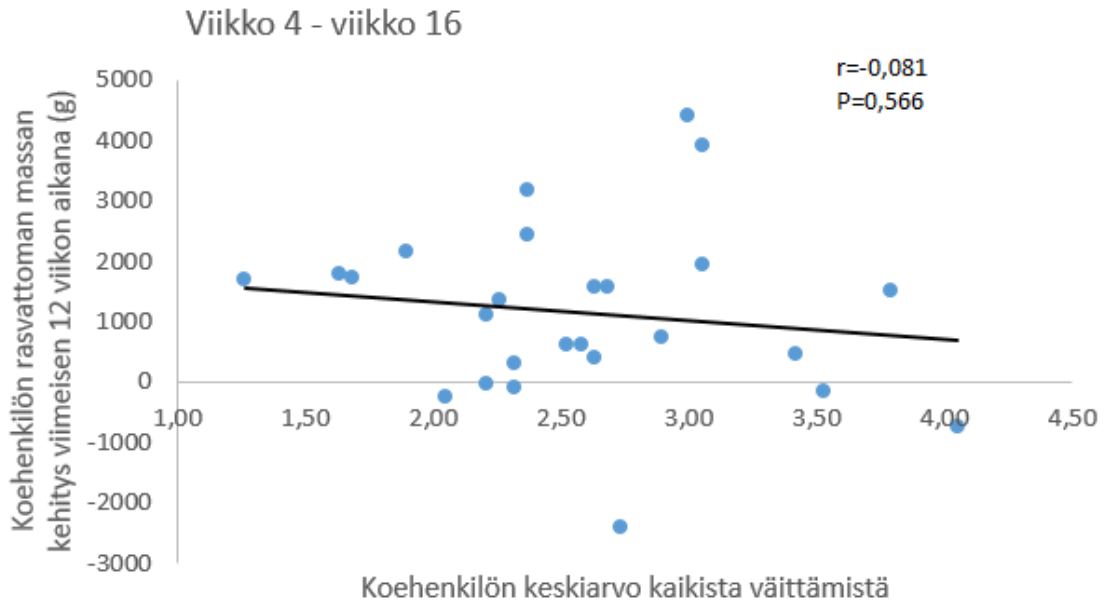


KUVA 19: Koehenkilön käytettävyyskyselyn jokaisen väittämän keskiarvo verrattuna koehenkilön rasvattoman massan kehitykseen. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,068 (P=0,627).

9.4.1 Käytettävyyden vaikutus rasvattoman massan kehitykseen jaksoittain

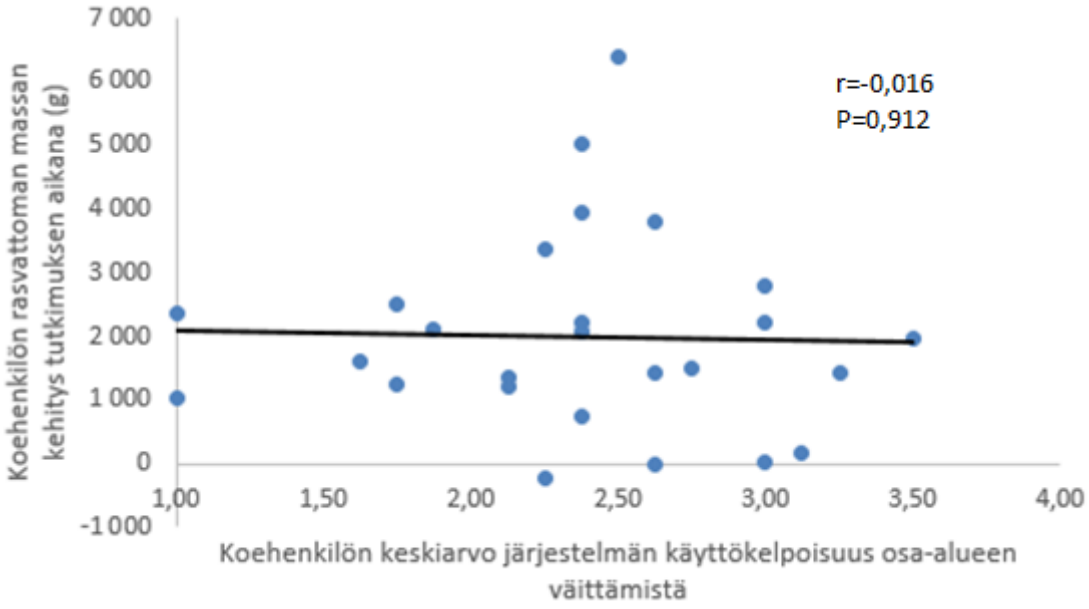


KUV 20: Koehenkilöiden kaikkien väittämien vastausten antamat keskiarvot verrattuna koehenkilöiden rasvattoman massan kehitykseen ensimmäisen neljän viikon aikana. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on 0,025 (P=0,860).



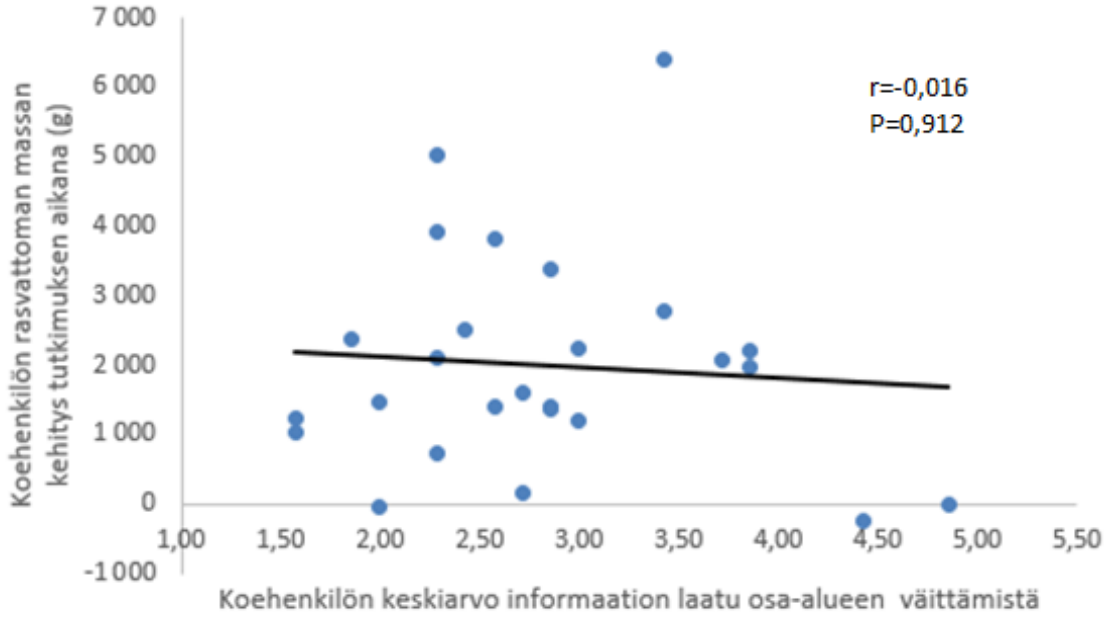
KUVA 21: Koehenkilöiden kaikkien väittämien vastausten antamat keskiarvot verrattuna koehenkilöiden rasvattoman massan kehitykseen viimeisten 12 viikon aikana. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,081 (P=0,566).

9.4.2 Järjestelmän käyttökelpoisuuden vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen



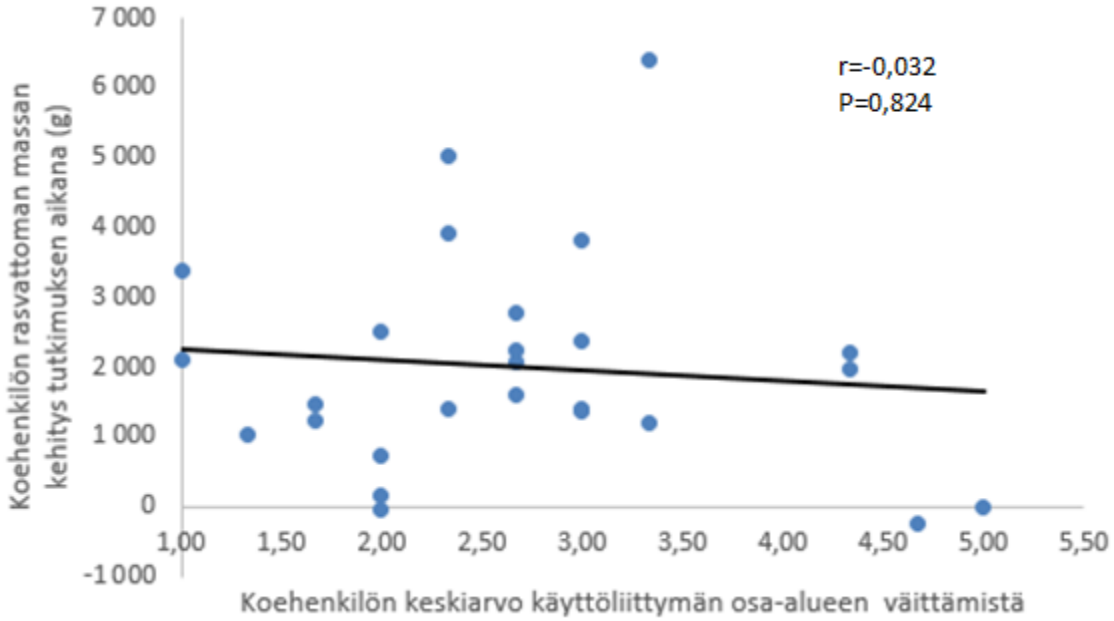
KUVA 22: Järjestelmän käyttökelpoisuus osa-alueen väittämien koehenkilöiden vastauksien keskiarvot verrattuna koehenkilöiden rasvattoman massan kehitykseen. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,016 (P=0,912).

9.4.3 Informaation laadun vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen



KUVA 23: Informaation laatu osa-alueen väittämien koehenkilöiden vastauksien keskiarvot verrattuna koehenkilöiden rasvattoman massan kehitykseen. Kendallin järjestyskorrelaatio-kerroin on -0,016 (P=0,912).

9.4.4 Käyttöliittymän laadun vaikutus rasvattoman massan kehittymiseen



KUVA 24: Käyttöliittymän laatu osa-alueen väittämien koehenkilöiden vastauksien keskiarvot verrattuna koehenkilöiden rasvattoman massan kehitykseen. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,032 (P=0,824).

10 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia Jyväskylän yliopiston suunnittelemaa voimaharjoittelua avustavan mobiilisovelluksen käytettävyyden ja käytettävyyden eri osa-alueiden vaikutusta hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tuloksiin. Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli tutkia hypertrofisen voimaharjoittelun onnistumista eli oliko koehenkilöillä tapahtunut kehitystä hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun ansiosta maksimivoimatuloksissa sekä lihashypertrofiassa. Hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tulosten kehittymistä seurattiin dynaamisen jalkaprässin 1 RM- sekä DXA-kehonkoostumusmittauksilla. Koehenkilöistä jokainen sai tutkimuksen aikana kehitettyä dynaamisen jalkaprässin 1 RM-tulosta ja keskimäärin koehenkilöillä 1 RM-tulokset kasvoivat noin 40 kg ($P<0,001$). Tutkimuksen aikana koehenkilöillä rasvaton massa kasvoi keskimääräisesti 2,01 kg ($P<0,001$).

Toinen tutkimuskysymyksen aiheena oli tutkia voimaharjoittelun apuna käytetyn mobiilisovelluksen käytettävyyttä. Voimaharjoittelua avustavan mobiilisovelluksen käytettävyyttä tutkittiin teetättämällä koehenkilöillä Computer System Usability Questionnaire eli CSUQ-käytettävyyskysely mobiilisovelluksesta. Tutkimuksessa voimaharjoittelun apuna käytetty sovellus sai käytettävyyskyselyssä hyvän keskiarvon eli 2,67 asteikolla 1 - 7 arvon 1 ollessa paras vaihtoehto käytettävyydelle.

Kolmas tutkimuskysymys liittyi käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueisen mahdollisen korrelaation tutkimista maksimivoiman ja lihasmassan kehitykseen. Verratessa käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutusta 1 RM-tulosten kehitykseen ei huomata tilastollisesti merkitsevää positiivista korrelaatiota. Sama on tilanne myös verratessa käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutusta rasvattoman massan kasvuun.

10.1 Hypertrofinen maksimivoimaharjoittelu

Koehenkilöistä jokainen sai tutkimuksen aikana kehitettyä dynaamisen jalkaprässin 1 RM tulosta (P<0,001). Maksimivoiman kehittymiseen vaaditaan mm. hermostollisten mekanismien parantumista, joka tapahtuu agonisti- ja synergisti- sekä antagonistilihasten parempana hallintana, missä voimaharjoittelulla on suuri rooli (Gabriel ym. 2006). Keskimäärin koehenkilöillä dynaamisen jalkaprässin 1 RM-tulokset kehittyivät ensimmäisen neljän viikon aikana, jonka jälkeen kehitys hidastui. Ensimmäisen neljän viikon aikana tapahtuva suurempi kehitys verrattuna sitä seuraavin viikkoihin johtuu hermoston kyvystä tuottaa enemmän voimaa. Kykyyn tuottaa enemmän voimaa johtuu mm. synergistien ja antagonistien aktivaation muutoksina parempana aktivoitumisajoituksena sekä -voimakkuutena. Tämä ilmiö on todistettu monessa tutkimuksessa (Folland & Williams 2007; Gabriel ym. 2006).

Koehenkilöiden ollessa kokemattomia voimaharjoittelijoita 1 RM-tuloksetkin kehittyivät huomattavasti. Voimaharjoittelu aiheuttaa kokemattomilla voimaharjoittelijoilla suuret vasteet mm. proteiinisynteesissä sekä hormonitoiminnassa. Tämä ilmiö on todistettu monessa tutkimuksessa (Cadore ym. 2008; Tang ym. 2009). Tutkimuksessa saaduista dynaamisen jalkaprässin tuloksia verratessa muiden tutkimusten tuloksiin voidaan todeta, että voimaharjoittelu onnistui hyvin (Moore ym. 2007; Snijders ym. 2015).

Tutkimuksen aikana koehenkilöillä rasvaton massa kasvoi keskimääräisesti 2,01 kg (P<0,001). Tutkimuksessa saadut tulokset rasvattoman massan kehityksestä noudattelevat muissa tutkimuksissa saatuja tuloksia (Hartmanin ym. 2007; Snijders ym. 2015). Aivan Cribbs & Hayesin ym. (2006) sekä Hartmanin ym (2007) tuloksiin ei päästy. Tämän tutkimuksen tulokset ovat lähempänä Snijdersin ym. (2015) tuloksia, jossa 12 viikon voimaharjoittelulla kehitettiin rasvatonta massaa 1,9 kg.

Hypertrofian kehittymiseen vaaditaan hyvän voimaharjoittelun lisäksi mm. oikeanlainen ravinto (Bird 2010; Moore ym. 2009) oikeaan aikaan nautittu ravinto (Cribbs & Hayes 2006)

sekä lihassolujakauma (Jansson ym. 1990; Kryger & Andersen 2007). Voidaan todeta, että koehenkilöillä on tapahtunut lihashypertrofiaa tutkimuksen aikana hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun johdosta. Tutkimuksessa annettiin koehenkilöille ravintolisä nautittavaksi voimaharjoittelun jälkeen. Tutkimusten mukaan tämä on myös kiihdyttänyt koehenkilöiden rasvattoman massan kasvua (Cribbs & Hayes 2006; Moore ym. 2009; Volek ym. 2013).

Koehenkilöiden kehon rasvattoman massan kasvussa oli jonkin verran vaihtelua, mistä kertoo, että kahdella koehenkilöllä rasvaton massa pieneni tutkimuksen aikana. Tähän voi olla syynä hypertrofian suhteen huono lihassolujakauma (Jansson ym. 1990; Kryger & Andersen 2007) ja vääränlainen ravinto tutkimuksen aikana (Bird 2010). Koehenkilöille annettiin ravintolisä nautittavaksi voimaharjoittelun jälkeen, mutta mikäli muu ravinto ei ole ollut proteiininsaannin kannalta riitävä hypertrofiaa varten, ei suurta rasvattoman massan kasvua tapahdu.

Tiedetään, että lihashypertrofian kehitys alkaa olla havaittavissa paremmin kolmen viikon voimaharjoittelun jälkeen (Seynnes ym. 2007). Ensimmäisen neljän viikon aikana tapahtunut rasvattoman massan kasvu koehenkilöillä oli ainoastaan tilastollisesti merkitsevää ($P<0,01$), kun neljännestä viikosta tutkimuksen loppuun tapahtunut rasvattoman massan kasvu oli tilastollisesti erittäin merkitsevää ($P<0,001$). Tilastollisen merkitsevyyden muutokseen on voinut vaikuttaa Seynnesin ym. (2007) toteama lihashypertrofian kehityksen parempi havaittavuus kolmen viikon voimaharjoittelun jälkeen.

10.2 Käyttöliittymän käytettävyys ja käytettävyyden osa-alueet

Voimaharjoittelua avustavan mobiilisovelluksen käytettävyyttä tutkittiin teettämällä koehenkilöillä CSUQ-käytettävyyskysely mobiilisovelluksesta. Tutkimuksessa voimaharjoittelun apuna käytetty sovellus sai käytettävyyskyselyssä hyvän keskiarvon. Käytettävyystulosten keskiarvoja tutkimalla voi huoletta sanoa, että sovellus oli hyvä käytettävyydeltään koehenkilöiden mielestä. Kyselyssä huonoimmat keskiarvot

käytettävyyskyselyssä saivat väittämät numerot 9 ja 10, joissa tiedusteltiin järjestelmän virheilmoituksien laatua sekä virheen korjaamisen helppoutta. Väittämät 9 ja 10 saivat selkeästi huonoimmat keskiarvot kyselyssä, joten niissä on selkeästi parannettavaa koehenkilöiden mielestä.

Käytettävyyden eri osa-alueiden keskiarvoissa oli hieman vaihtelua. Järjestelmän käyttökelpoisuus sai keskiarvoksi 2,34 eli parhaimman arvosanan, kun informaation laatu sai keskiarvoksi 2,80 eli kaikkein heikoimman arvosanan. Käyttöliittymän laadun keskiarvo kyselyssä oli 2,60. Väittämät numero 9 ja 10, jotka saivat selkeästi huonoimmat arvosanat kyselyssä. Ne kuuluivat informaation laatu osa-alueeseen, mikä selvästi laski koko osa-alueen arvosanaa huonommaksi. Ilman näitä kahta väittämää informaation laatu osa-alueen keskiarvo olisi ollut 2,16 eli selkeästi parempi.

Tarkastellessa tarkemmin käytettävyyden eri osa-alueiden väittämien tuloksia huomataan suurempaa vaihtelua. Kuitenkaan järjestelmän käyttökelpoisuus osa-alueessa eri väittämien keskiarvojen välillä ei ollut suurta eroa. Kun vertaillaan keskenään koehenkilöiden antamien tuloksien keskiarvoja koko järjestelmän käyttökelpoisuus osa-alueella, huomataan suurempia vaihteluja kuin yksittäisen väittämien kohdalla. Kaksi koehenkilöä antoi koko järjestelmän käyttökelpoisuuden jokaiselle väittämälle parhaan mahdollisen arvosanan. Toisessa ääripäässä yhden koehenkilön kaikkien väittämien vastausten keskiarvo järjestelmän käyttökelpoisuus osa-alueella oli keskinkertainen arvosana. Koehenkilöt selkeästi kokivat eroja järjestelmän käyttökelpoisuuden käytettävyydessä.

Informaation laatu osa-alue oli käytettävyyskyselyssä kaikkein mielenkiintoisin, sillä se sisälsi suurimmat vaihtelut. Kuten aikaisemmin on todettu, niin vaihtelu johtui enimmäkseen väittämistä numeroilla 9 ja 10, joissa tiedusteltiin järjestelmän virheilmoituksien laatua sekä virheen korjaamisen helppoutta. Nämä väittämät saivat koko tutkimuksen selkeästi huonoimmat arvosanat. Tuloksiin vedoten voi sanoa, että järjestelmän virheilmoituksen laadussa sekä virheen korjaamisen helppoudella oli vaikutusta negatiivisesti koehenkilön kokemaan käytettävyyteen. Informaation laatu sisälsi muuten hyviä keskiarvoja, sillä osa-

alue sisälsi väittämät, jotka saivat koko tutkimuksen parhaimmat keskiarvot (Väittämät numerot 12 ja 13), joten muuten käytettävyydeltään informaation laatu osa-alue oli hyvä. Kun vertaillaan keskenään koehenkilöiden antamien tuloksien keskiarvoja koko informaation laatu osa-alueella, huomataan taas suuria vaihteluja. Kuten aikaisemmassa kappaleessa on todettu, niin tuloksia heikensi huomattavasti väittämät 9 ja 10. Kaksi koehenkilöä antoi näille molemmille väittämille kaikista huonoimman vaihtoehdon.

Käyttöliittymän laatu osa-alueessa eri väittämien keskiarvojen välillä ei ollut suurta eroa. Kun vertaillaan koehenkilöiden keskenään antamia vastauksia, huomataan suurempia vaihteluja. Kaksi koehenkilöä antoi käyttöliittymän laadun jokaiselle väittämälle parhaan mahdollisen arvosanan. Yhden koehenkilön antama huonoin keskiarvo järjestelmän käyttökelpoisuudelle oli huono.

Tutkimuksessa voimaharjoittelun apuna käytetty mobiilisovelluksen käytettävyys todettiin koehenkilöiden johdosta suurilta osin hyväksi. Sonderegger & Sauerin (2010) ja Wüestin ym. (2014) tutkimuksiin vedoten hyvä käytettävyys antaa koehenkilöille mahdollisuuden saada hyviä tuloksia hypertrofisesta maksimivoimaharjoittelusta.

10.3 Käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutus maksimivoiman ja hypertrofian kehitykseen

Verratessa käytettävyyden vaikutusta dynaamisen jalkaprässin 1 RM-tulosten kehitykseen ei huomata tilastollisesti merkitsevää positiivista korrelaatiota. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin oli -0,032 ja p-arvo oli 0,825, joten tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä. Tilanne oli sama myös, kun verrattiin käytettävyyden eri osa-alueiden tuloksia 1 RM-tulosten kehitykseen. Mikään ei ollut tilastollisesti merkitsevä, sillä p-arvot olivat selkeästi yli 0,05. Järjestelmän käyttökelpoisuutta verratessa 1 RM-tulosten kehitykseen p-arvo oli 0,338. Informaation laatu osa-alueessa kyseinen p-arvo oli 0,625 ja käyttöliittymän laadussa p-arvo 0,911. Tulosten valossa voi sanoa, että tämän tutkimuksen perusteella voimaharjoittelun

apuna käytetyn mobiilisovelluksen käytettävyydellä ei ole korrelaatiota maksimivoiman kehitykseen. Myöskään millään käytettävyyden osa-alueella ei ole korrelaatiota maksimivoiman kehitykseen.

Samoin kuin 1 RM-tulosta vertaillessa myös käytettävyyden ja käytettävyyden osa-alueiden vaikutusta vertaillessa rasvattoman massan kasvuun ei löydetä tilastollista merkitsevyyttä. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin oli -0,068 ja p-arvo oli 0,627, kun verrattiin käytettävyyden vaikutusta rasvattoman massan kasvuun koko tutkimuksen aikana. Järjestelmän käyttökelpoisuutta verratessa kehon rasvattoman massan kasvuun p-arvo oli 0,912. Informaation laatu osa-alueessa kyseinen p-arvo oli 0,912 ja käyttöliittymän laadussa p-arvo 0,824. Näiden tulostan valossa voi sanoa, että käytettävyydellä ja millään käytettävyyden osa-alueella ei ole vaikutusta hypertrofiseen maksimivoimaharjoitteluun.

Maksimivoiman kehittymiseen vaaditaan mm. hermostollisten mekanismien parantumista, joka tapahtuu agonisti- ja synergisti- sekä antagonistilihasten parempana hallintana. Siinä voimaharjoittelulla on suuri rooli (Gabriel ym. 2006). Voimaharjoittelun on todettu johtavan myös hypertrofiaan (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 50). Mobiilisovelluksen käytettävyyden merkityksetön vaikutus maksivoiman kehitykseen ja hypertrofian kasvuun voi johtua siitä, että mobiilisovellusta ei käytetty suoranaisesti voimaharjoitteen aikana, vaan harjoitteen aikana sovellus laski taustalla toistoja sekä mittasi liikenopeutta. Palautumisen aikana koehenkilö käytti enemmän sovellusta, joten itse harjoitteen aikana käyttö jäi vähäiseksi.

Käytettävyyden merkityksettömään korrelaatioon maksimivoiman ja hypertrofian kehityksessä voi osaltaan myös kertoa se, että käytettävyyskysely suoritettiin vain kerran tutkimuksen aikana. Seynnesin ym. (2007) mukaan lihashypertrofian kehitys alkaa olla havaittavissa paremmin kolmen viikon voimaharjoittelun jälkeen (Seynnes ym. 2007), jonka takia käytettävyyskysely suoritettiin koehenkilöiden harjoitteluviikoille 5-8. Näitä harjoitusviikkoja ennen tai jälkeen uudestaan teetetty käytettävyyskysely olisi voinut antaa tarkempaa tietoa käytettävyyden kokemisen muutoksista tutkimuksen aikana. Kuitenkin

olisi odotettavissa Sonedereggerin ym. (2012) mukaan, että tutkimuksen edetessä käytettävyyden kokemisen ääripäät olisivat laimentuneet eivätkä olisi näin ollen muuttanut tutkimuksen tuloksia ja johtopäätöksiä. Käytettävyyskyselyn uudestaan teettäminen olisi kuitenkin vaatinut lisäresursseja tutkimusta varten.

Hypertrofian kehittymiseen vaaditaan hyvän voimaharjoittelun lisäksi mm. oikeanlainen ravinto (Moore ym. 2009), oikeaan aikaan nautittu ravinto (Cribbs & Hayes 2006) sekä lihassolujakauma (Jansson ym. 1990; Kryger & Andersen 2007), joten harjoittelun osuus ja siten myös harjoitteluun käytetyn sovelluksen käytettävyyden vaikuttava osuus hypertrofiaan jää pienenemmäksi. Mikäli haluttaisiin tutkia tarkemmin mobiilisovelluksen käytettävyyden vaikutusta hypertrofiaan voisi käytettävä mobiilisovellus toimia myös mm. ravinnonsaannin tukena, jolloin mobiilisovellus kattaisi suuremman lihashypertrofian kasvusta ja näin ollen mobiilisovelluksen käytettävyydelläkin olisi suurempi vaikutus lihashypertrofiaan.

Samanlaisella tutkimusasetelmalla tehtyjä käytettävyystutkimuksia ei ole tehty montaa, joten tutkimuksen tulosten vertaaminen muihin tutkimuksiin on haasteellista. Yleensä tehdyt alan tutkimukset ovat keskittyneet vertaamaan kahden eri laitteen käytettävyyden vaikutuksia eikä yhden laitteen, kuten tässä tutkimuksessa tehtiin. Tutkimusaihe on kuitenkin mielenkiintoinen, sillä on todistettu, että käytettävyydellä on vaikutusta, kun verrataan kahden eri laitteen käytettävyyden vaikutusta mm. oppimistuloksiin (Sonderegger & Sauer 2010). Tähän tutkimukseen vedoten saman laitteen käytettävyyden kokemisen eroilla ei ole vaikutusta hypertrofisen maksimivoimaharjoittelutuloksiin. Saman laitteen käytettävyyden kokemisen eroilla on todettu olevan vaikutusta tasapainon kehittymiseen (Wüest ym. 2014), Wüestin ym. (2014) tutkimuksessa oli ainoastaan kolme koehenkilöä ja koehenkilöt olivat ikääntyneitä ja eri-ikäisiä, mikä vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen.

10.4 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksessa saatuihin tuloksiin tulee suhtautua pienellä varauksella, sillä kaikkia tuloksia ei voi pitää täysin luotettavana. Koehenkilöiden maksimivoiman sekä hypertrofian kehittymistä voi pitää luotettavana, mutta käytettävyyskyselyn tuloksia ei voi pitää täysin luotettavina. Koehenkilöitä olisi pitänyt olla vielä neljä enemmän, jotta kysely olisi Nielsenin (1993, 223) mukaan luotettavana. Koehenkilöiden vähyys vaikuttaa myös käytettävyyden vaikutuksen luotettavuuteen maksimivoiman ja hypertrofian kehityksessä. Tutkimuksessa käytettyä CSUQ-käytettävyyskyselyä voidaan pitää kuitenkin luotettavana käytettävyyden mittarina. Lewis (1995) on omassa tutkimuksessaan todistanut CSUQ:n pätevän ja luotettavaksi mittariksi. CSUQ-kyselyä on myös käytetty viime vuosina monissa tutkimuksissa, jota voidaan pitää mittarina sen toimivuudesta myös nykypäivänä (English ym. 2016; Lim ym. 2015; Schnall ym. 2012; Wess ym. 2011).

Tutkimuksen aikana huomattiin, että käytettävyyskyselyn luotettavuuteen voi vaikuttaa se, että koehenkilöt olivat välillä aika väsyneitä harjoituksen jälkeen. Muutamalla koehenkilöllä oli kova kiire täyttää kysely ja päästä kotiin lepäämään ja näin ollen vastaukset eivät välttämättä olleet aivan loppuun saakka harkittuja. Harjoittelun aikana myös löydettiin virheitä sovelluksesta sekä sovelluksen kanssa käytettävästä painopakka-anturista. Esimerkiksi sovellus ei välillä laskenut kaikkia tehtyjä toistoja vähäisen liikenopeuden tai painopakka-anturin väärän sijainnin takia. Nämä virheet eivät kuitenkaan vaikuttaneet koehenkilöiden kokemukseen käytettävyydestä käytettävyyskyselyn tulokset huomioon ottaen.

Koehenkilöiden aikaisempi kokemus mobiilisovelluksista olisi ollut syytä kartoittaa tarkemmin. Tutkimukseen etsittiin kuitenkin nimenomaan koehenkilöitä, joilla on älypuhelin. Sen vuoksi on oletettavaa, että kaikilta koehenkilöiltä löytyi aikaisempaa kokemusta mobiilisovelluksista eikä se vaikuttanut käytettävyyden kokemiseen ratkaisevasti. Koehenkilöt käyttivät erilaisia älypuhelimia, joissa oli eroja mm. näyttöjen koossa. Sillä on voinut olla vaikutusta koehenkilön kokemukseen mobiilisovelluksen käytettävyydestä. Esimerkiksi

joillakin koehenkilöillä on voinut olla älypuhelimessaan niin pieni näyttö, joka on hankaloittanut mobiilisovelluksen käyttöä. Joillakin koehenkilöillä oli myös ongelmia oman älypuhelimensa toimivuuden kanssa, jolloin he ovat välillä joutuneet käyttämään tutkimuksen varaälypuhelimia. Ne ovat voineet erota koehenkilön omasta älypuhelimesta.

Voimaharjoittelun apuna käytetty mobiilisovellus ei myöskään pystynyt rekisteröimään koehenkilön käyttämää vastusta voimaharjoittelussa. Koehenkilön vastuulle jäi käyttää oikeaa vastusta voimaharjoittelussa. Mikäli koehenkilö käytti pienempää vastusta ei voimaharjoittelun tuottama muutos riitä laukaisemaan monimutkaisia signalointijärjestelmiä (Schoenfeld 2010). Näin koehenkilön hypertrofian kehitys olisi jäänyt pienemmäksi, vaikka koehenkilö olisi kokenut mobiilisovelluksen käytettävyyden hyväksi.

10.5 Yhteenveto tutkimuksesta

Tutkimuksen aikana suoritettu hypertrofinen maksimivoimaharjoittelu onnistui hyvin, sillä jokainen koehenkilö sai tutkimuksen aikana kehitettyä dynaamisen jalkaprässin 1 RM tulosta ($P<0,001$). Tutkimuksen aikana koehenkilöillä rasvaton massa kasvoi keskimääräisesti noin 2,01 kg ($P<0,001$). Voimaharjoittelun apuna käytetty mobiilisovellus sai hyvän arvosanan eli koehenkilöt kokivat sovelluksen käytettävyyden hyvänä. Verratessa käytettävyyden ja sen osa-alueiden vaikutuksia maksimivoiman kehittymiseen ja kehon rasvattoman massan kasvuun ei tuloksista havaita merkitseviä korrelaatiota. Näin ollen voi sanoa, että tutkimuksessa käytetyn mobiilisovelluksen käytettävyydellä ei ollut vaikutusta koehenkilöiden maksimivoiman kehittymiseen tai kehon rasvattoman massan kasvuun. Tutkimuksessa saatuihin tuloksiin tulee suhtautua pienellä varauksella. Kaikkia tuloksia ei voi pitää täysin luotettavana, vaan vähintään suuntaa antavina. Tutkimus tulisi suorittaa tutkimus suuremmalla koehenkilömäärällä, jotta tuloksien luotettavuuden voisi varmistaa sekä samalla mm. koehenkilöiden aikaisempaan kokemus mobiilisovelluksista tulisi kartoittaa tarkemmin.

11 LÄHTEET

Bird, S. 2010. Strength Nutrition: Maximizing Your Anabolic Potential. Strength and Conditioning Journal 32, 80–83.

Cadore, E.L., Lhullier, F.L., Brentano, M.A., da Silva, E.M., Ambrosini, M.B., Spinelli, R., Silva, R.F. & Kruel, L.F. 2008. Hormonal responses to resistance exercise in long-term trained and untrained middle-aged men. Journal of Strength and Conditioning Research 22, 1617-24.

Carter, M.C., Burley, V.J., Nykjaer, C. & Cade, J.E. 2013. Adherence to a Smartphone Application for Weight Loss Compared to Website and Paper Diary: Pilot Randomized Controlled Trial. Journal of Medical Internet Research 15, e32.

Chan, J., Shojania, K.G., Easty, A.C., Etchells, E.E. 2011. Does user-centred design affect the efficiency, usability and safety of CPOE order sets? Journal of the American Medical Information Association: JAMIA 18, 276-281.

Coffey, V.G. & Hawley, J.A. 2007. The molecular bases of training adaptation. The American Journal of Sport Medicine 37, 737–763.

Cribbs, P.J. & Hayes, A. 2006. Effects of Supplement Timing and Resistance Exercise on Skeletal Muscle Hypertrophy. Medicine & Science in Sports & Exercise 38, 1918-1925.

Drummond, M.J., Dreyer, H.C., Fry, C.S., Glynn, E.L. & Rasmussen, B. B. 2009. Nutritional and contractile regulation of human skeletal muscle protein synthesis and mTORC1 signaling. J Appl Physiol 106, 1374–1384.

Fisher, J., Steele, J. & Smith, D. 2013. Evidence-Based Resistance Training Recommendations for Muscular Hypertrophy. Med Sport 17, 217–235.

Fisher, J., Steele, J., Bruce-Low, S. & Smith, D. 2011. Evidence-Based Resistance Training Recommendations. Med Sport 15, 147–162.

Fleck, S.J. & Kraemer, W.J. 1997. Designing Resistance Training Programs. 2. painos. Yhdysvallat: Human kinetics.

Folland, J.P. & Williams, A.G. 2007. The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength. Sports Med 37, 145-168.

Fruhling, A.L. & Lee, S.M. 2006. The influence of user interface usability on rural consumers' trust of e-health services. Int J Elevtron Healthc 2, 305-321.

Gabriel, D. A., Kamen, G. & Forst, G. 2006. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. Sports Med 36, 133-149.

Guyton, A.C. & Hall, J.E. 2006. Textbook of medical physiology. 11. painos. Yhdysvallat : Saunders Elsevier.

Granata, C., Pino, M., Legouverneur, G., Vidal, J.S., Bidaud, P. & Rigaud, A.S. 2013. Robot services for elderly with cognitive impairment: testing usability of graphical user interfaces. Technol Health Care 21, 217-231.

Hagedorn, D.K. & Holm, E. 2010. Effects of traditional physical training and visual computer feedback training in frail elderly patients. A randomized intervention study.. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine 46, 159-168.

Hartman, J.W., Tang, J.E., Wilkinson, S.B., Tarnopolsky, M.A., Lawrence, R.L., Fullerton, A.V. & Phillis S.M. 2007. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. Am J Clin Nutr 86, 373-381.

Hawke, J. & Gerry, D.J. 2001. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. Journal of Applied Physiology 91, 534-551.

Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

ISO/IEC (2010). 9241-210 Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centered design for interactive systems. ISO/IEC 9241-210:2010.

Jansson, E., Esbjönrsson, M., Holm, I. & Jacobs, I. 1990. Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males. Acta physiologica Scandinavica, 140, 259-263.

Kadi, F. & Thornell, L.E. 2000. Concomitant increases in myonuclear and satellite cell content of female trapezius muscle following strength training. Histochemistry and Cell Biology 113, 99-103.

Karjalainen, J., Tikkanen, H., Hernelahti, M. & Kujala, U. M. 2006. Muscle fiber-type distribution predicts weight gain and unfavourable left-ventricular geometry: a 19-year follow-up study. BMC Cardiovascular Disorders 6, 2.

Kim, M.S., Shapiro, J.S. Genes, N., Aguilar, M.V., Mohrer, D., Baumlin, K. & Belden, J.L. 2012. A Pilot Study on Usability Analysis of Emergency Department Information System by Nurses. Applied Clinical Informatics 3, 135-153.

Kirakowski, J. & Corbett, M. 1993. SUMI: the Software Usability Measurement Inventory. Br J Educ Technol 24, 210–212.

Kryger, A. I. & Andersen, J. L. 2007. Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms. Scandinavian Journal of Medicine and Science in sports 17, 422-430.

Kumar, V., Atherton, P., Smith, K. & Rennie M.J. 2009. Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise. J Appl Physiol 106, 2026–2039.

Laver, K., Ratcliffe, J., George, S., Burgess, L., & Crotty, M. 2011. Is the Nintendo Wii Fit really acceptable to older people?: a discrete choice experiment. BMC Geriatr 11, 64.

Layman, D.K. 2002. Role of leucine in protein metabolism during exercise and recov-ery. Canadian Journal of Applied Physiology 27, 646-662.

Lee, J.D. & Burd, N.A. 2012. No role of muscle satellite cells in hypertrophy: further evidence of a mistaken identity? J Physiol 15, 590

Lemmer, B. 1999. Chronopharmacology and its impact on antihypertensive treatment. Acta Physiol Pharmacol Bulg 24, 71-80.

Lewis, J.R. 1995. IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. International Journal of Human - Computer Interaction 7, 57-78.

Leslie, K.K., Dipasquale-Lehnerz P. & Smith M. 2005. Obstetric forceps training using visual feedback and the isometric strength testing unit. Obstetrics and Gynecology 105, 377-382.

Lim, J., Cloete, G., Dunsmuir, D.T., Payne, B.A., Scheffer, C., von Dadelszen, P., Dumony, G.A., & Ansermino J.M. 2015. Usability and Feasibility of PIERS on the Move: An mHealth App for Pre-Eclampsia Triage. JMIR Mhealth Uhealth 3, e37.

Masedu, F., Ziruolo, S., Valenti, M. & Di Giulio, A. 2012. Resistance training and protein intake: Muscular mass and volume variations in amateur bodybuilders. International SportMed Journal 13, 58-68.

McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2010. Exercise Physiology: nutrition, energy, and human performance. 7. painos. Yhdysvallatt: Lippincott, Williams & Wilkins.

McLellan, S., Muddimer, A. & Peres, S.C. 2010. The Effect of Experience on System Usability Scale Ratings. Journal of Usability Studies 7, 55-67.

Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. 1. painos. Lahti: VK-kustannus.

Moore, D.R., Del Bel, N.C., Nizi, K.I., Hartman, J.W., Tang, J.E., Armstrong, D. & Phillips S.M. 2007. Resistance Training Reduces Fasted- and Fed-State Leucine Turnover and Increases Dietary Nitrogen Retention in Previously Untrained Young Men. The Journal of Nutrition 137, 985-991.

Moore, D.R., Robinson, M.J., Fry, J.L., Tang, J.E., Glover, E.I., Wilkinson, S.B., Prior, T., Tarnopolsky, M.A. & Phillips, S.M. 2009. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. American Journal of Clinical Nutrition 89:161-168.

Mugge, R. & Schoormans, J.P. 2012. Product design and apparent usability. The influence of novelty in product appearance. Appl Ergon 43, 1081-1088

Nielsen, J.1993. Usability Engineering. Ensimmäinen painos. Yhdysvallat, Boston : Academic Press.

Nienstedt, W., Hänninen, O., Artsila, A. & Björkvist, S.E. 2004. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15. painos. Porvoo: WSOY

Nitsch, M., Dimopoulos, C.N., Flaschberger, E., Saffran, K., Kruger, J.F., Garlock, L., Wilfley, D.E., Taylor, C.B. & Jones, M.A. 2016. Guided Online and Mobile Self-Help Program for Individuals with Eating Disorders: An Iterative Engagement and Usability Study. J Med Internet Res 18, e7.

O'Malley, G., Dowdall, G., Burls, A., Perry, I.J. & Curran, N. 2014. Exploring the Usability of a Mobile App for Adolescent Obesity Management. JMIR Mhealth Uhealth 2, e29

Or, C. & Tao, D. 2012. Usability Study of a Computer-Based Self-Management System for Older Adults with Chronic Diseases. Journal of Medical Internet Research Protocols 1, e13.

Phillips, S.M., Tipton, K.D., Aarslamd, A., Wolf, S.E. & Wolfe, R.R. 1997. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism 273, 99-107.

Randell, A.D, Cronin, J.B., Keogh, J.W., Gill, N.D. & Pedersen M.C. 2011. Effect of instantaneous performance feedback during 6 weeks of velocity-based resistance training on sport-specific performance tests. J Strength Cond Res 25, 87-93.

Salles, B., Simão, R., Miranda, F., Novaes, J., Lemos, A. & Willardson, J.M. 2009. Rest Interval between Sets in Strength Training. Sports Med 39, 765–777.

Sanches, J. & Flores, H. 2008. Virtual mobile science learning for blind people. Cyberpsychol behav 11, 356–359.

Sauer, J., Seibel, K. & Ruttiner, B. 2010. The influence of user expertise and prototype fidelity in usability tests. Appl Ergon 41, 130-140.

Schnall, R., Cimino, J.J. & Bakken, S. 2012. Development of a Prototype Continuity of Care Record with Context-Specific Links to Meet the Information Needs of Case Managers for Persons Living with HIV. Int J Med Inform 81, 549-555.

Schoenfeld, B.J. 2010. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. Journal of Strength and Conditioning Research 24, 2857-2872.

Seynnes, O.R., de Boer, M. & Narici, M.V. 2007. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. Journal of Applied Physiology 102, 368-373.

Sinha-Hikim, I., Roth, S.M, Lee, M.I. & Brasin, S. 2003. Testosterone-induced muscle hypertrophy is associated with an increase in satellite cell number in healthy, young men. Am J Physiol Endocrinol Metab 285, 197-205.

Snijders, T., Res, T.P., Smeets J.S., van Vliet, S., van Kranenburg, J., Maase, K., Kies A.K., Verdijk, L.B. & van Loon L.J. 2015. Protein Ingestion before Sleep Increases Muscle Mass and Strength Gains during Prolonged Resistance-Type Exercise Training in Healthy Young Men. The Journal of Nutrition 145, 1178-1184.

Sonderegger, A. & Sauer, J. 2013. The influence of socio-cultural background and product value in usability testing. Appl Ergon 44, 341-349.

Sonderegger, A. & Sauer, J. 2010. The influence of design aesthetics in usability testing: effects on user performance and perceived usability. Appl Ergon 41, 403-410.

Sonderegger, A., Zbinden, G., Uebelbacher, A., Sauer, J. 2012. The influence of product aesthetics and usability over the course of time: a longitudinal field experiment. Ergonomics 55, 713-730.

Tang, J.E., Perco, J.G., Moore, D.R., Wilkinson, S.B. & Phillips, S.M. 2009. Resistance training alters the response of fed state mixed muscle protein synthesis in young men. American Journal of Physiology 294, 172-178.

Teo, W., Newton, M.J. & McGuigan, M.R. 2011. Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation. Journal of Sports Science and Medicine 10, 600-606.

Valtioneuvoston kanslia. 2015 Ratkaisujen Suomi – Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma. Helsinki: Edita Prima.

van der Weegen, S., Verwey, R., Tange, H.J., Spreeuwenberg, M.D. & Witte, L.P. 2014. Usability testing of a monitoring and feedback tool to stimulate physical activity. Patient Prefer Adherence 8, 311-322

Volek, J.S., Volk, B.M., Gòmez, A.L., Kuncesm, L.J., Kupchak, B.R., Freidenreich, D.J., Aristizabal, J.C., Saenz, C., Dunn-Lewis, C., Ballard, K.D., Quann, E.E., Kawiecki, D.L., Flanagan, S.D., Comstock, M.A., Fragala, M.S., Earp, J. E., Fernandez, M.L., Bruno, R.S., Ptolemy, A.S., Kellogg, M.D., Maresh, C.M. & Kraemer, W.J. 2013. Whey Protein Supplementation During Resistance Training Augments Lean Body Mass. Journal of the American College of Nutrition 32, 122–135.

Wang, E., Helgerud, J., Loe, H., Indseth, K., Kaehler, N. & Hoff, J. 2009. Maximal strength training improves walking performance in peripheral arterial disease patients. Scandinacian Journal of Medicine & Science in Sports 20, 764-770.

Wang, Q. & McPherron, A.C. 2012. Myostatin inhibition induces muscle fibre hypertrophy prior to satellite cell activation. J Physiol 590, 2151-2165.

Wess, M.L., Saleem, J.J., Tsevat, J., Luckjaupt, S.E., Johnston, J.A., Wise, R.E., Kopke, J.E. & Eckman, M.H. 2011. Usability of an atrial fibrillation anticoagulation decision-support tool. J Prim Care Community Health 2, 100-106.

Winget, C.M., Soliman, M.R., Holley, D.C. & Meylor, J.S. 1994. Chronobiology of physical performance and sport medicine. Biologic Rhythms in Clinical and Laboratory Medicine, 230-241.

Wüest, S., Borghese N.A., Pirovano, M., Mainetti, R., van de Langenberg R. & de Bruin, E.D. 2014. Usability and Effects of an Exergame-Based Balance Training Program. Games for Health Journal 3, 106-114.

Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. 2006. Science and practice of strength training. 2. painos. Champaign, Yhdysvallat: Human Kinetics.

12 LIITTEET

Liite 1. Käytettävyyskysely

GymCoach - käytettävyyskysely

Kyselyssä on 19 väittämää, joilla arvioidaan GymCoach-ohjelman käytettävyyttä. Jokaista väittämää arvioidaan JUURI TEHDYN HARJOITUSKERRAN POHJALTA. Väittämät arvioidaan ympyröimällä numero, joka kuvastaa sinun mielipidettäsi ylläolevaan väittämään. 1 tarkoittaa, että olet väittämän kanssa täysin samaa mieltä ja 7 tarkoittaa, että olet väittämän kanssa täysin eri mieltä.

NIMI:

PÄIVÄMÄÄRÄ: _____

HARJOITUSKERTA: _____

1. Yleisesti ottaen olen tyytyväinen, kuinka helppoa ohjelman käyttö oli

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

2. GymCoach - ohjelman käyttö oli yksinkertaista

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

3. GymCoach - ohjelmaa käyttämällä osasin suoriutua vaikuttavasti annetuista tehtävistä ja harjoittelusta

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

4. GymCoach - ohjelmaa käyttämällä pystyin suoriutumaan nopeasti annetuista tehtävistä ja harjoittelusta

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

5. GymCoach - ohjelmaa käyttämällä suoriuduin tehokkaasti annetuista tehtävistä ja harjoittelusta

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

6. GymCoach - ohjelman käyttö tuntui miellyttävältä

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

7. GymCoach - ohjelman käytön opetteleminen oli helppoa

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

8. Uskon, että minusta tuli tehokas nopeasti käyttämällä GymCoach-ohjelmaa

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

9. GymCoach - ohjelma antoi virheilmoituksia, jotka selvästi kertovat minulle kuinka korjata ongelmat

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

10. Virheen tehtyäni, sain sen korjattua aina helposti ja nopeasti

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

11. Informaatio (laiteasetukset, liike, toistomäärät ja painomäärä yms.), jota GymCoach - ohjelman käyttö ja harjoittelu vaativat olivat selkeät

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

12. Informaatio (taukoajat, liike, toistomäärät, painomäärä), jota tarvitsen, oli helppo löytää

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

13. Informaatio, jota tarvitsen, oli helppo ymmärtää

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

14. Informaatio oli tehokas auttamaan minua suorittamaan tehtävät ja harjoittelun

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

15. Informaation rakenne näytöllä oli selkeä

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

16. GymCoach - ohjelman käyttöliittymä oli miellyttävä

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

17. Tykkäsin käyttää GymCoach - ohjelman käyttöliittymää

Vahvasti samaa mieltä 1 2 3 4 5 6 7 Vahvasti eri mieltä

18. GymCoach - ohjelmassa oli kaikki toiminnot ja mahdollisuudet, joita oletin siinä olevan

Vahvasti samaa mieltä	1	2	3	4	5	6	7	Vahvasti eri mieltä

19. Yleisesti ottaen olin tyytyväinen GymCoach - ohjelmaan

Vahvasti samaa mieltä	1	2	3	4	5	6	7	Vahvasti eri mieltä

Liite 2: Käytettävyyskyselyn tulokset

	Kysymys																		
Koehenkilö	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A	3	3	1	3	1	4	4	5	7	6	4	2	2	2	1	2	3	3	2
B	2	2	2	2	2	3	4	3	6	5	4	3	2	2	2	3	3	4	3
C	3	2	3	3	3	3	2	5	7	7	3	2	2	3	3	5	5	3	3
D	2	2	3	4	3	2	1	2	5	4	5	3	2	2	5	2	2	4	2
E	1	2	6	1	6	2	1	2	5	5	1	1	1	3	2	2	2	3	2
F	4	2	4	4	4	3	3	4	6	5	5	2	2	3	4	5	4	4	4
G	2	1	3	2	1	2	1	2	3	3	1	1	1	1	1	2	2	1	2
H	3	2	2	2	2	3	1	3	7	5	5	3	3	2	6	5	4	5	2
I	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
J	2	2	2	2	2	2	3	2	4	4	3	2	3	3	2	3	3	4	3
K	2	1	5	3	6	2	3	3	4	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2
L	2	2	3	3	3	2	2	2	4	3	2	1	2	2	2	2	2	3	3
M	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1
N	2	2	2	1	2	3	2	3	5	4	3	2	1	2	3	3	3	3	3
O	1	1	2	2	2	2	1	3	6	4	2	1	1	2	1	2	2	2	2
P	1	2	4	4	4	1	1	1	5	4	2	3	1	4	1	1	1	1	1
Q	3	2	5	3	4	3	2	4	6	2	2	2	3	3	2	4	2	3	3
R	1	1	3	2	2	1	2	3	5	5	2	1	1	1	1	1	1	1	2
S	3	3	3	2	2	3	4	4	7	7	4	2	3	7	4	5	5	5	4
T	2	2	2	1	2	1	1	2	6	6	1	1	1	2	2	2	2	4	2
U	3	3	2	2	2	2	2	3	6	5	2	1	3	2	2	3	3	2	2
V	2	1	5	1	5	2	1	2	6	5	1	1	1	1	1	2	1	4	3
W	3	3	2	2	3	2	4	2	4	4	1	1	2	2	4	4	3	2	2
X	2	2	4	4	3	2	1	4	3	3	2	1	2	2	1	1	2	2	2
Y	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	3	1	1	7	1
Z	2	2	4	2	4	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3

Liite 3: Otteita valtion ravitsemusneuvottelukunnan suosituksista