

VOIMAHARJOITTELUN JA VOIMA-KESTÄVYYSHARJOITTELUN
VAIKUTUS FIBROMYALGIAA SAIRASTAVIEN 55-65 -VUOTIAIDEN
NAISTEN NEUROMUSKULAARISEEN TOIMINTAAN JA
TOIMINTAKYKYYN

Hanna-Leena Kärkkäinen

Liikuntalääketieteen Pro gradu –tutkielma
Syksy 2004
Terveystieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Voimaharjoittelun ja voima-kestävyysarjoittelun vaikutus fibromyalgiaa sairastavien 55-65 -vuotiaiden naisten neuromuskulaariseen toimintaan ja toimintakykyyn.

Hanna-Leena Kärkkäinen.

Jyväskylän yliopisto, liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, terveystieteidenlaitos, 2004. 58 sivua.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää voimaharjoittelun ja yhdistetyn voima-kestävyysarjoittelun vaikutuksia fibromyalgiaa sairastavien ikääntyvien naisten voimaan, lihasaktiivisuuteen, toimintakykyyn ja kipuun. Koehenkilöt harjoittelivat ohjatusti progressiivisen harjoitusohjelman mukaisesti 21 viikkoa. Voimaryhmä (n=13, 60±2) harjoitteli säännöllisesti kaksi kertaa viikossa ja voima-kestävyysryhmä (n=13, 59±2,5) kolme kertaa viikossa siten, että ensimmäisellä viikolla oli yksi kestävyys- ja kaksi voimaharjoitusta, toisella viikolla kaksi kestävyysarjoitusta ja yksi voimaharjoitus jne. Kontrolliryhmä (n=11, 58±3) koostui fibromyalgiaa sairastavista naisista, jotka eivät harjoitelleet. Ohjattu voimaharjoittelu toteutettiin kuntosalilla. Kestävyysarjoittelu toteutettiin ohjatusti kuntopyörällä ja omaehtoisesti esimerkiksi kävellen tai pyöräillen. Koehenkilöiltä mitattiin maksimaalista bilateraalista isometriasta ja konsentrista voimaa alaraajojen ojentajista, EMG-aktiivisuutta vastus lateralis- ja vastus medialis-lihasista, 10 metrin kävelynopeutta sekä 10 portaan nousunopeutta. Kipupisteet tutki lääkäri palpoimalla ja lisäksi koehenkilöt arvioivat kipuaan VAS-janalla (visual analogue scale).

Voimaryhmän alaraajojen ojentajien bilateraalin konsentrisen maksimivoima (1RM) lisääntyi 42 % (p=.000) ja isometrinen maksimivoima 50 % (p=.000) 21 viikon harjoitusjakson aikana. Voimakestävyysryhmällä vastaavat arvot olivat 2 % (ns.) ja 9 % (ns.), kuitenkin viikkoon 14 asti muutos oli merkitsevä. Bilateraalin konsentrisen ja isometrisen maksimivoimasuorituksen aikainen lihasten aktiivisuus lisääntyi merkitsevästi voimaryhmällä. Kontrolliryhmän lihasvoima ja EMG-aktiivisuus pysyivät muuttumattomina tutkimusjakson ajan. Voimaryhmällä sekä kävelynopeus (p=.025) että porrasmousunopeus (p=.003) paranivat 8 %. Vastaavat arvot voima-kestävyysryhmällä olivat 12 % (p=.003) ja 9 % (ns.). Voimaryhmällä kipupisteiden määrä ja voima-kestävyysryhmällä kipu VAS-janalla mitattuna väheni tilastollisesti merkitsevästi.

Tulokset osoittavat, että aikaisemmin harjoitteleemattomien fibromyalgiaa sairastavien ikääntyvien naisten on mahdollista kehittää lihasten maksimivoimaa kaksi kertaa viikossa toteutetulla voimaharjoittelulla. 1,5 kertaa viikossa toteutettu voimaharjoittelu on riittävä voiman lisäämiseksi ainoastaan viikkoon 14 saakka. Fibromyalgiaa sairastavat pystyvät kivusta huolimatta harjoittelemaan sekä voimaa että kestävyyttä turvallisesti. Ohjattu voima- ja voima-kestävyysarjoittelu lisäksi vähentää fibromyalgiaa sairastavien kipua sekä parantaa toimintakykyä. Tämän tutkimuksen perusteella fibromyalgiaa sairastaville ikääntyville naisille voidaan suositella voima- ja voima-kestävyysarjoittelua voiman ja toimintakykyisyyden parantamiseksi sekä kipujen lievittämiseksi.

Avainsanat: fibromyalgia, voimaharjoittelu, voima-kestävyysarjoittelu, toimintakyky, kipu

SUMMARY

The purpose of this study was to investigate, in elderly females with fibromyalgia, the effects of systematic strength training and concurrent strength and endurance training on strength, voluntary neural activity of the unilateral knee extensor muscles, physical functional capacity and pain. The subjects trained for 21 weeks. Strength group (n=13, 60±2) trained twice a week and strength-endurance group (n=13, 59±2,5) three times a week so that at week one they trained endurance once and strength twice and week two they trained endurance twice and strength once etc. Control group (n=11, 58±3) consisted of non-training females with fibromyalgia. All strength sessions were supervised and performed at gym. Supervised endurance training performed by bicycling on an ergometer and self-driven for example by walking or bicycling. Maximal isometric and concentric force, electromyographic (EMG) activity of the right quadriceps femoris in knee extension, maximal 10-m walking speed, and 10-step stair-climbing time were measured. Tender points were assessed by palpation and pain with a visual analogue scale (VAS).

During the 21 week training period maximal concentric force (1RM) increased by 42 % (p=.000) and maximal isometric force by 50 % (p=.000) in strength group. In strength-endurance group values were 2 % (ns.) and 9 % (ns.) respectively, however change was significant up till week 14. The EMG activity of the vastus lateralis and vastus medialis muscles increased in strength group. In control group muscle strength and EMG activity did not change during the experimental period. Both maximum walking speed improved (p=.025) and stair-climbing time shortened 8 % (p=.003) in strength group. In strength-endurance group values were 12 % (p=.003) and 9 % (ns.) respectively. The number of tender points decreased in strength group and pain measured by VAS decreased in strength-endurance group during the experimental period

The present results indicate that elderly female patients with fibromyalgia could increase their maximal isometric and concentric muscle strength by progressive strength training which was carried out twice a week for 21 weeks. Strength training which was carried out 1,5 times per week was enough to increase strength only up till week 14. Elderly fibromyalgia patients can train strength and endurance safely in spite of pain. The strength and concurrent strength and endurance training had positive effects on pain and functional capacity. Basis of this study, strength and concurrent strength and endurance training can be recommended for older females with fibromyalgia to improve strength and functional capacity and to decrease pain.

Key words: fibromyalgia, strength training, concurrent strength and endurance training, physical functional capacity, pain.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	
2	FIBROMYALGIA	2
2.1	Esiintyvyys	2
2.2	Oireet	2
2.2.1	Kipu	3
2.2.2	Fibromyalgia ja kipu	4
2.3	Patogeneesi	5
2.4	Hoitomuodot	6
2.4.1	Lääkehoito	6
2.4.2	Lääkkeetön hoito	7
3	VOIMAHARJOITTELU TERVEILLÄ JA FIBROMYALGIAA SAIRASTAVILLA	8
3.1	Voimaharjoittelun periaatteet	8
3.2	Voimaharjoittelun vaikutukset	9
3.2.1	Lihassoima	9
3.2.2	Lihasktiivisuus	12
3.3	Lihassoima fibromyalgiaa sairastavilla	13
3.4	Voimaharjoittelun vaikutukset fibromyalgiaa sairastavilla	16
3.4.1	Lihassoima	16
3.4.2	Lihasktiivisuus	18
4	VOIMA-KESTÄVYYSHARJOITTELU TERVEILLÄ JA FIBROMYALGIAA SAIRASTAVILLA	19
4.1	Voima-kestävyysharjoittelun periaatteet	19
4.2	Voima-kestävyysharjoittelun vaikutukset	19
4.2.1	Lihassoima	19
4.2.2	Lihasktiivisuus	22
4.3	Hapenottokyky fibromyalgiaa sairastavilla	22

4.4	Voima-kestävyysharjoittelun vaikutukset fibromyalgiaa sairastavilla	24
4.4.1	Lihassoima	24
5	VOIMA- JA VOIMA-KESTÄVYYSHARJOITTELUN VAIKUTUS TOIMINTAKYKYYN JA KIPUUN	27
5.1	Toimintakyky	27
5.2	Kipu	28
6	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	30
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	31
7.1	Koehenkilöt	31
7.2	Tutkimusmenetelmät	31
7.3	Harjoittelu	33
7.4	Tilastolliset analyysimenetelmät	36
8	TULOKSET	37
9	POHDINTA	44
	LÄHTEET	50

2 FIBROMYALGIA

Fibromyalgia on nivelreuman jälkeen toiseksi yleisin reumasairaus. Siihen ei liity tulehduksellisia piirteitä ja sairastuneista valtaosa on naisia. Oireyhtymän etiologia tunnetaan huonosti. Tyypillistä fibromyalgialle on mm. laaja-alainen, voimakkuudeltaan vaihteleva kipu sekä tarkat kipupisteet, lihasjäykkyys, poikkeava väsymys ja unihäiriöt. Koska sairauden syytä ei tunneta, hoidoilla pyritään ainoastaan parantamaan henkilön suorituskykyä ja elämänlaatua. (Hannonen 1995, Sandstrom & Keefe 1998, Häkkinen ym. 2000a.)

2.1 Esiintyvyys

Fibromyalgian esiintyvyys koko väestössä on noin 1-4 %, mutta esiintyvyyksluvut vaihtelevat maittain. Esimerkiksi Norjassa oireyhtymän on todettu esiintyvän jopa 10,5 %:lla 22-49 -vuotiaista naisista, kun esiintyvyys Suomessa on vain noin 0,75 %. Eniten tautitapauksia on 55-64 -vuotiaissa. (Mäkelä & Heliövaara 1991.) Suuret erot esiintyvyydessä johtuvat luultavimmin diagnosointieroista (Adams & Sim 1998). Fibromyalgia on 4-8 kertaa yleisempää naisilla kuin miehillä. Yksi syy suureen sukupuolien väliseen eroon saattaa olla naisten suurempi ihon paineherkkyys. (Clauw & Chrousos 1997.)

2.2 Oireet

Fibromyalgian diagnosoinnissa käytetään yleisesti American College of Rheumatologyn kriteereitä, joiden mukaan potilaalla on vähintään 3 kuukautta kestänyt laaja-alainen kipu ja kehosta löytyy vähintään 11/18 tarkkaan määritettyä kipupistettä. Kipupisteen palpointi tulee suorittaa noin 4 kg:n voimalla ja se tulee kokea kivuliaana, pelkkä aristus ei riitä. (Wolfe ym. 1990.) Diagnosoinnin kannalta tärkein oire on laaja-alainen symmetrinen kipu, joka ilmenee samanaikaisesti kehon oikealla ja vasemmalla puolella sekä vyötärön ylä- ja alapuolella (Jacobsen 1994).

Fibromyalgiaan liittyy myös useita lisäoireita, jotka eivät kuitenkaan ole diagnosoinnin kriteereitä. Näitä ovat mm. yleinen väsymys, aamuväsymys, heikentynyt unen laatu, jäykkyys, turvotuksen tunne, kipujen pahentuminen rasituksen jälkeen, ärtynyt paksusuoli ja ahdistuneisuus. (Mikkelson & Salminen 1995.)

Väsymystä on todettu jopa 95 %:lla fibromyalgiaa sairastavista (Jacobsen 1994, Leslie 1999). Fibromyalgiaa sairastavista jopa 70 % täyttää kroonisen väsymysoireyhtymän kriteerit, joita ovat muun muassa yli 6 kuukautta kestänyt väsymys, päänsärky, lihasheikkous (Buchwald & Garrity 1994). Lisäksi fibromyalgiaa sairastavilla on todettu myös erityyppisiä uneen ja nukkumiseen liittyviä häiriöitä, kuten esimerkiksi unettomuutta ja kevytunisuutta. Myös muita reumatauteja sairastavat ilmoittavat usein samanlaisia ongelmia nukkumisessa, mutta väsymyksen tunne aamulla heti heräämisen jälkeen on erityinen piirre juuri fibromyalgialle. Osalla väsymys voi hankaloittaa jopa päivittäisistä toiminnoista suoriutumista. Noin 90 % sairastuneista ilmoittaa myös nivelkipuja (ilman näkyvää turvotusta), kipuja alaselässä, niskassa ja hartioissa sekä erityisesti aamuisin nivelten ja lihasten jäykkyyttä. (Jacobsen 1994, Leslie 1999.)

Fibromyalgiaa sairastavilla on havaittu lisäksi useita erilaisia psykosomaattisia oireita, kuten esimerkiksi suolistovaivoja (30-60 %:lla), virtsarakon ärsytystä tai dysmenorreaa (Hannonen 1995, Jacobsen 1994). Päänsärkyä, tyypillisesti jännityspäänsärkyä, esiintyy noin puolella fibromyalgiaa sairastavista (Jacobsen 1994).

Lisäksi kolmasosalla fibromyalgiaa sairastavista on todettu mielenterveydellisiä häiriöitä, kuten ahdistuneisuutta ja masentuneisuutta. He ilmoittavat myös enemmän stressaavia elämäntilanteita kuin terveet tai nivelreumaa sairastavat. (Adams & Sim 1998.) Leslien (1999) mukaan fibromyalgiaa sairastavat ilmoittavat myös enemmän seksuaalisesta hyväksikäytöstä kuin muita reumatauteja sairastavat.

2.2.1 Kipu

Kivulla on biopsykososiaalinen luonne. Kivun havainto ja kipureaktio ovat monimutkaisia ilmiöitä, jotka ovat seurausta sensoristen, affektiivisten ja kognitiivisten

komponenttien vuorovaikutuksesta. (Kuusinen 1993.) Fyysiseltä kannalta katsottuna kipu on signaali, joka kertoo kudonsvauriosta tai fyysisestä vajaatoiminnasta. Kipu voi johtua kehon sisäisistä tai ulkoisista tekijöistä ja se on kehon suojausväline ympäristön vaaratekijöitä kohtaan. Kipuun voidaan reagoida tahattomasti tai tahdonalaisesti, jolloin sen aistimisen seurauksena syntyy kipukäyttäytymistä, joka on hyvin kulttuurisidonnaista ja jo pienestä pitäen opittua. (Helman 1994.)

Kivun kokemisen ja seurausvaikutusten sekä hoidon kannalta on olennaista erottaa toisistaan akuutti, ohimenevä kipu ja krooninen, pitkäaikainen kipu. Akuutilla kivulla on tärkeitä elimistöä suojaavia tehtäviä. Se varoittaa kudonsvauriosta ja estää lisävaurioiden syntymistä. Kivun jatkuessa vaurion paranemisen jälkeen on kyseessä krooninen kipu, jolle ei aina ole löydettävissä selvästi tunnistettavaa syytä. (Kuusinen 1993.) Psykkiset tekijät, kuten masennus, pelko ja ahdistuneisuus toimivat niin altistavina kuin ylläpitävinäkin tekijöinä kivun kroonistumisessa. Nämä oireet ovat myös tyypillisiä kroonisen kivun seurauksia, joten voidaan puhua kroonisen kivun ja psyykkisten tekijöiden noidankehästä. (Kalso & Vainio 1993.)

2.2.2 Fibromyalgia ja kipu

Fibromyalgia määritellään krooniseksi tuki- ja liikuntaelinten kiputilaksi, johon ei liity tulehduksellisia piirteitä (Hannonen 1995). Hallitsevana oireena on lähes jatkuva, voimakkuudeltaan vaihteleva kipu, joka voi subjektiivisesti olla voimakkaampi kuin nivelreuman aiheuttama kipu (Viitanen ym. 1993). Kivun on todettu olevan sekä fyysistä että henkistä (Schaefer 1997).

Henrikssonin (1995) tutkimuksessa verrattiin fibromyaliata sairastavia (n=116) kroonisesta paikallisesta kivusta kärsiviin (n=39). Molemmat ryhmät kokivat, että kivulla on voimakas vaikutus heidän päivittäisistä toiminnoista selviytymiseen. Vaikutus oli kuitenkin merkitsevästi voimakkaampi fibromyaliata sairastavilla kuin verrokeilla. Myös kivun intensiteetti ja sen kesto olivat fibromyaliata sairastavien ryhmässä selvästi voimakkaampia kuin paikallisesta kroonisesta kivusta kärsivillä. Koehenkilöistä 97 % ilmoitti vähentäneensä kotitöihin käytettävää aikaa kivusta johtuen ja 74 % ilmoitti tarvitsevänsä enemmän apua ja alentaneensa omia vaatimuksiaan. Kivun todettiin vaikuttaneen myös vapaa-aikaan siten, että 79 %

ilmoitti vähentäneensä fyysistä aktiivisuuttaan ja kuluttavansa enemmän aikaa kotona kuin aikaisemmin ja 77 % koki, ettei voinut tehdä mitä halusi kivusta johtuen.

2.3 Patogeneesi

Fibromyalgian patogeneesi on tuntematon, mutta sairauden kehittymisestä on olemassa kaksi erilaista selitysmallia, jotka ovat sentraalinen ja perifeerinen malli. Sentraalisen mallin mukaan fibromyalgiaa sairastavan henkilön kipukynnys on alentunut kokonaisuudessaan, eikä lihaksissa ole havaittavissa muutoksia. Fibromyalgiaa sairastavilla on havaittavissa muutoksia keskushermoston serotoniinin tuotannossa, millä on vaikutusta uneen sekä kivun tuntemiseen. Kyseisen mallin mukaan fibromyalgiaa sairastavat ovat siis herkempiä kivulle kehon joka kohdasta, eivät ainoastaan kipupisteistä. (Geel 1994, Clauw & Chrousos 1997, Simms 1998.) Simmsin (1998) mukaan aiemmat tutkimukset, joissa on todettu poikkeavuuksia lihaksen rakenteessa tai aineenvaihdunnassa, on toteutettu puutteellisesti. Pääosaa tutkimuksista ei ole sokkoutettu tai ryhmien väliset erot eivät ole olleet tilastollisesti merkitseviä.

Perifeerisen mallin mukaan fibromyalgia johtuu lihaksissa olevista kudoksellisista ja aineenvaihdunnallisista muutoksista. Kudoksellisia muutoksia ovat esimerkiksi kapillaarien endoteelikerroksen paksuuntuminen ja rakenteellisesti poikkeavat mitokondriot. Aineenvaihdunnallisia muutoksia ovat mm. lihasten vähentynyt verenkierto, alhaisempi adenosiinitrifosfaatti- (ATP) ja fosfokreatiini- (PCr) pitoisuus verrattuna terveisiin. (Olsen & Park 1998, Park ym. 2000.) Lisäksi lihaksiston mikrotraumat, kuten lihaksen degeneratiiviset muutokset, ovat esimerkki perifeerisestä selitysmallista. Näitä mikrotraumoja ei kuitenkaan ole kyetty perinteisin lääketieteellisin tutkimuskeinoin aukottomasti todentamaan (Simms ym. 1994, Hannonen 1995.) Esimerkiksi Norregaardin ym. (1994b) tutkimuksessa todettiin epäspesifistä II-tyyppin lihassolujen atrofiaa, kun taas Simms ym. (1994) totesivat, etteivät fibromyalgiaa sairastavien lihakset eroa terveiden kontrollien lihaksista.

Perifeerisen selitysmallin mukaan fibromyalgiaa sairastavien kivut voisivat johtua kipupisteiden hypoksiasta ja heikentyneestä verenvirtauksesta (Olsen & Park 1998).

Fibromyalgiaa sairastavilla on todettu vähentyneitä verenkiertoa quadriceps-, vastus lateralis- ja trapezius-lihaksissa johtuen kapillaarien endotheliumkerroksen paksuuntumista, rakenteellisesta uudelleen järjestäytymisestä ja kapillaarien määrän vähenemistä (Olsen & Park 1998, Park ym. 2000). Tutkimustulokset ovat kuitenkin ristiriitaisia, esimerkiksi Simms:n (1996b) mukaan kapillaarien määrä anterior tibialis lihaksessa ei poikkea terveillä verrokeilla havaituista.

Fibromyalgiaa sairastavilla on tehty useita tutkimuksia lihaksien aineenvaihdunnan poikkeavuudesta. Näissä tutkimuksissa on mitattu korkeaenergisten fosfaattiyhdisteiden (ATP ja PCr) pitoisuuksia, joilla on pyritty löytämään selitystä mm. kipuun ja väsymykseen. Fibromyalgiaa sairastavien lihaksissa on todettu noin 15 % alhaisempia ATP- ja PCr -pitoisuuksia sekä alhaisempia adenosinidifosfaati (ADP) ja korkeampia adenosinimonofosfaati (AMP) -pitoisuuksia verrattuna terveiden verrokkien lihaksiin. (Geel 1994, Park ym. 2000). Simms ym. (1994) ja Jubrias ym (1994) eivät kuitenkaan löytäneet eroavaisuuksia lihasten korkeaenergisten fosfaattiyhdisteiden pitoisuuksissa tai aineenvaihdunnassa fibromyalgiaa sairastavien ja terveiden verrokkien välillä.

2.4 Hoitomuodot

Fibromyalgiaa parantavaa hoitoa ei ole, joten hoito keskittyy oireiden vähentämiseen lääkehoidon tai lääkkeettömän hoidon avulla. Hoidon tavoitteena on parantaa suorituskykyä ja elämänlaatua. Keskeistä fibromyalgian hoidossa on kipujen lievittäminen, josta voi olla apua myös muiden oireiden vähentymiseen. Moniammatillisella yhteistyöllä on hoidossa saavutettu kaikkein optimaalisimpia tuloksia. (Hannonen 1995, 2000.)

2.4.1 Lääkehoito

Randomisoidut kaksois-sokkotutkimukset ovat osoittaneet, että pienillä annoksilla depressiolääkkeitä on saatu hyviä tuloksia fibromyalgian hoidossa. Amitriptyliini ja syklobentsapriini ovat molemmat hyvin siedettyjä ja tehokkaita lääkkeitä lievittämään kipua, helpottamaan nukahtamista ja vähentämään väsymystä. (Jacobsen 1994,

Hannonen 1995, Adams & Sim 1998, Leslie 1999.) Tulehduskipulääkkeet ja glukokortikoidit eivät puolestaan ole osoittautuneet tehokkaiksi fibromyalgiaa sairastavien kivun lievityksessä (Jacobsen 1994).

2.4.2 Lääkkeetön hoito

Fibromyalgiaa sairastavien lääkkeettömänä hoitona on käytetty hyvin erilaisia keinoja, kuten TENS:ää (syvälämpöhoitoa), hierontaa, aerobista harjoittelua, lihasvoimaa lisääviä harjoituksia, lämpöpakkauksia, vesiterapiaa sekä rentoutumisterapiaa (Adams & Sim 1998). Edellä mainittuja hoitomuotoja kivun lievityksessä tulisi tutkia enemmän, jotta saadaan tarvittavaa tietoa niiden sopivuudesta ja vaikuttavuudesta.

Kivun lievittämiseen soveltuvia hoitomuotoja fibromyalgiaa sairastaville on useita. Akupunktiolla ja sähköisellä akupunktiolla on pystytty vähentämään fibromyalgiaa sairastavien kipuja noin 70 %:lla, mutta tutkimuksia hoidon vaikuttavuudesta tarvitaan lisää. Hypnoterapiaa fibromyalgian hoidossa on tutkittu toistaiseksi vähän, mutta sen on todettu vähentävän sekä kipuja että väsymystä. (Simms 1996a.) Myös EMG-biopalauteharjoittelua on käytetty kroonisen kivun lievittämiseen. Useat fibromyalgiaa sairastavat ovat kokeneet biopalauteharjoittelun hyödylliseksi, koska kivun voimakkuus, kipupisteiden määrä ja aamujäykkyys ovat vähentyneet. (Adams & Sim 1998.)

Fibromyalgiaa sairastavien fyysinen kunto on yleensä terveitä verrokkeja huonompi (Hannonen, 2000). Tutkimusten mukaan hapenottokyvyn ja lihasvoiman on todettu olevan alhaisempi (Norregaard ym. 1994b, Lindh ym. 1994) tai samalla tasolla terveisiin kontroleihin verrattuna (Norregaard ym. 1995, Häkkinen ym. 2000a). Voima- ja kestävyys harjoittelulla on voitu vähentää oireita ja kehittää lihasvoimaa sekä aerobista suorituskykyä (Adams & Sim 1998, Hannonen 2000). Aerobisen harjoittelun on todettu vähentävän kipua ja lisäävän hyvän olon tunnetta sekä parantavan unen laatua. Leslie ym. (1999) on ehdottanut, että fibromyalgiaa sairastavan tulisi harjoitella 3 kertaa viikossa 40 minuuttia kerrallaan. Harjoittelun tulisi olla teholtaan 60-70 % maksimisykkeestä. Kyseinen suositus pätee myös terveiden aerobiseen harjoitteluun.

3 VOIMAHARJOITTELU TERVEILLÄ JA FIBROMYALGIAA SAIRASTAVILLA

3.1 Voimaharjoittelun periaatteet

Lihassoimaharjoittelu voidaan jakaa maksimi-, nopeus- ja kestoimaharjoitteluun. Voimaharjoitteluohjelman laadinnassa tulee huomioida lihas tai lihasryhmä, lihassupistustapa, kuorman suuruus sekä toistojen ja sarjojen määrä. Aloittelijan tai kuntoilijan kohdalla voimaharjoittelun tulisi kohdistua kaikkiin kehon päälihasryhmiin. Harjoittelussa tulisi kiinnittää riittävästi huomiota siihen, että agonistin ja antagonistin välillä säilyy normaali tasapainotila, eikä venyttelyä tulisi unohtaa lihasten elastisuuden ja nivelten liikkuvuuden ylläpitämiseksi. (Häkkinen 1990.)

Lihaksen supistumistapa voidaan jakaa staattiseen eli isometriseen ja dynaamiseen. Dynaaminen lihassupistus voidaan edelleen jakaa konsentriseen ja eksentriseen. Konsentrisessa lihassupistuksessa lihas lyhenee supistuessaan ja eksentrisessä lihassupistuksessa lihaksen sarkomeerit pitenevät supistuksen aikana. Kun voimaharjoittelussa käytetään hyväksi sekä konsentristä että eksentristä työtapaa saadaan harjoittelusta paras mahdollinen hyöty. Isometrisessä lihassupistuksessa lihaksen kokonaispituus ei muutu ulkoisesti supistuksen aikana, joten nivelliikettä ei tapahdu eikä kuorma liiku. (Häkkinen 1990, McArdle ym. 2001.)

Perusedellytys voiman lisääntymiselle on ylikuormitusperiaate eli voimaharjoittelussa käytettävä kuorma ylittää riittävästi lihaksen normaalin päivittäisen kuormituksen. Riittävän suuri kuorma kuntoilijalla vaihtelee 60-80 % välillä maksimivoimasta. Maksiminostoja tulisi välttää, koska siinä nivelen tai lihaksen vammautumisriski on suuri. Nopeusvoimaa harjoitettaessa kuormien tulisi olla noin 30-60 % maksimivoimasta. (Häkkinen 1990, McArdle ym. 2001.)

Harjoittelun alkuvaiheessa toistoja tulisi tehdä 12-15. Noin kahden kuukauden kuluttua harjoittelun aloittamisesta, kun lihakset ovat adaptoituneet ja liikeradat ovat sujuvia, voidaan toistojen määrä vähentää 6-8:aan, lisäämällä samalla kuormaa. (McArdle ym. 1996.) Käytettäessä 60-80 % kuormaa maksimista sopiva sarjojen määrä on 2-3. Yksittäisen harjoituskerran kokonaiskesto on riippuvainen suoritettavien toistojen ja sarjojen määrästä, sarjojen välillä pidettävistä

palautumisajoista ja harjoitteiden lukumäärästä. Sopiva voimaharjoittelukertojen määrä, jolla saadaan aikaan huomattavaa voiman lisääntymistä, on 2-3 kertaa viikossa. Tällöin syntyy riittävä harjoitusärsyke ja aikaa jää myös palautumiselle. (Häkkinen 1990.)

3.2 Voimaharjoittelun vaikutukset

Voimaharjoittelulla on useita erilaisia lyhyt- ja pitkäaikaisia vaikutuksia henkilön sekä hermo-lihasjärjestelmään että hormonaaliseen säätelyyn. Aloitettaessa maksimivoimaharjoittelu on voiman kehittyminen alussa huomattavaa. Alun kehittyminen johtuu parantuneesta neuraalisesta aktivaatiosta eli motorisia yksiköitä aktivoidaan lisää ja/tai tehokkaammin. Vasta useamman viikon säännöllinen voimaharjoittelu johtaa lihasten hypertrofiaan, jolloin lihaksen poikkipinta-ala kasvaa. (Häkkinen 1990.)

Nopeusvoimaharjoittelu kehittää lihaksen neuraalista säätelyjärjestelmää niin, että hermo-lihasjärjestelmän motoristen yksiköiden maksimaalinen aktivointi varsinkin nopeaan ja lyhytaikaiseen suoritukseen lisääntyy. Yksittäisessä toistossa lihaksiston supistumisnopeus on maksimaalinen, jolloin supistumisaika on lyhyt. Tästä syystä nopeusvoimaharjoittelun hypertrofinen vaikutus lihaksiin on vähäinen, vaikka yksittäisissä harjoitteissa lihasten hermostollinen aktivaatio on korkea. Lievä lihasmassan kasvu ilmenee pääosin vain nopeissa lihassoluissa, millä on edullinen vaikutus nopeusvoimaominaisuuksien kehittymiseen. (Häkkinen 1990, Fleck & Kraemer 1997.) Seuraavassa kappaleessa keskitytään voimaharjoittelun hermolihasjärjestelmän pitkäaikaisiin muutoksiin.

3.2.1 Lihassoima

Voimaharjoittelun seurauksena lihasvoiman on todettu lisääntyvän terveillä eri-ikäisillä henkilöillä (Häkkinen ym. 2000b, Lemmer ym. 2000, Häkkinen ym. 2001a). Edellä mainituissa tutkimuksissa on havaittu voiman lisääntymistä maksimaalisessa isometrisessä ja konsentrisessä voimassa sekä räjähtävässä voimassa (*kts. taulukko 1*). Tutkimuksissa on todettu maksimaalisen isometrisen voiman

Taulukko 1 Terveiden voimaharjoittelututkimuksia, joissa on mitattu voimaa, EMG:tä ja/tai toimintakykyä.

Tekijät	Voimaryhmä		Kontrolliryhmä		Harj.useus	Intensiteetti	Jakson pituus	Tulokset
	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD)	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD)				
Hruda ym. (2003)	18(13♀,5♂)	84,9±4,8	7 (6♀,1♂)	80,6±4,6	3 krt/vko	-	10 vk	Isokin. voima ↑ Kävelynopeus ↑
McBride ym. (2003)	9 (♀,♂) 9 (♀,♂)	22±3,4 20±1,2	10 (♀,♂)	22±1,9	2 krt/vko	-	12 vk	1 RM ↑ EMG ↑
Pöyhönen ym. (2002)	12 ♀	33,8±3,9	12 ♀	34,7±3,9	2-3 krt/vko	-	10 vk	Maks. isom. voima ↑ Isokin. voima ↑ EMG ↑
Schlicht ym. (2001)	11(♀,♂)	72±6,3	11(♀,♂)	72±6,3	3 krt/vko	75% 1RM	8 vk	1 RM ↑ Kävelynopeus ↑
Häkkinen ym. (2001a)	11 ♀ 10 ♂ 10 ♀ 11 ♂	39±3 42±2 67±3 72±3	- - - -	- - - -	2 krt/vko	50-80% 1RM	24 vk	1 RM voima lisääntyi* Räjähävä voima lisääntyi* Maks. isom. voima lisääntyi* EMG lisääntyi*
Häkkinen ym. (2001c)	10 ♀	64±3	-	-	2 krt/vko	40-80% 1RM	21 vk	1 RM lisääntyi* Maks. isom. voima lisääntyi* EMG lisääntyi*
Häkkinen ym. (2000b)	12 (6♀,6♂) 10 (5♀,5♂) 7 (4♀,3♂) 7 (4♀,3♂)	41±2 70±4 41±4 69±5	- - - -	- - - -	2 krt/vko	50-80% 1RM	24 vk	1 RM lisääntyi* Maks. isom. voima lisääntyi* EMG lisääntyi*
Lemmer ym. (2000)	8 ♀ 10 ♂ 11 ♀ 12 ♂	26±1 25±1 68±1 69±1	- - - -	- - - -	3 krt/vko	-	9 vk	1 RM lisääntyi*
Morganti ym. (1995)	19 ♀	57,3±1,4	20 ♀	61,1±0,8	2 krt/vko	50-80% 1RM	52 vk	1 RM ↑

Tekijät	Voimaryhmä		Kontrolliryhmä		Harj.useus	Intensiteetti	Jakson pituus	Tulokset
	Lkm	Ikä	Lkm	Ikä				
	Sp	(Mean±SD)	Sp	(Mean±SD)				
Garfinkel & Cafarelli (1992)	8 ♀	21,9±2,7	7 ♀	21,9±2,7	3 krt/vko	-	8 vk	Maks. isom. voima ↑ EMG ↔
Narici ym. (1989)	4 ♂	28,3±5,1	-	-	4 krt/vko	-	8 vk	Maks. isom. voima lisääntyi* Isokin. voima lisääntyi* EMG lisääntyi*

↑ = Lisääntynyt verrattuna kontrolleihin, ↔ = Ei eroa ryhmien välillä, * = Tutkimuksessa ei kontrolliryhmää, EMG= Elektromyografia, 1 RM= Yhden toiston maksimisuoritus (repetition maximum)

lisääntyneen 22-37 % sekä konsentrisen voiman lisääntyneen 23-40 % niin lyhyillä (8 viikkoa) kuin pidemmälläkin (24 viikkoa) harjoitusjaksoilla, keski-ikäisillä ja iäkkäillä naisilla ja miehillä (Narici ym. 1989, Garfinkel & Cafarelli 1992, Häkkinen ym. 2000b, Lemmer ym. 2000, Häkkinen ym. 2001a, Häkkinen ym. 2001c, Schilcht ym. 2001). Myös nopean voimantuoton vastus lateralis ja vastus medialis -lihaksissa on todettu lisääntyneen 24 viikon harjoittelujakson aikana yli 20 % (Häkkinen ym. 2001a).

3.2.2 Lihasaktiivisuus

Lihasten aktivoituessa lihassolujen pinnalla leviävä aktiopotentiaali välittyy solua ympäröivien kudosten välityksellä aina iholle asti. EMG-signaali kuvastaa mitattavan lihaksen toimivien motoristen yksiköiden yhteisaktiivisuutta eli mitattavan lihaksen aktivoitumistasoa ja/tai -määrää. (Häkkinen 1990.)

Tutkimusten mukaan voimaharjoittelun seurauksena EMG-aktiivisuuden on todettu lisääntyvän tai pysyvän muuttumattomana vastus lateralis- ja vastus medialis-lihaksessa isometrisessä ja konsentrisessä ojennuksessa (*kts. taulukko 1*). Häkkinen ym. (2000b, 2001a, 2001c) tutkimuksissa EMG:n on todettu lisääntyvän merkitsevästi yli 20 viikon voimaharjoittelujakson aikana. Tutkijoiden mukaan EMG-aktiivisuuden lisääntymisellä voimaharjoittelun seurauksena on merkittävä osuus voiman lisääntymisessä, johtuen joko aktivoituvien motoristen yksiköiden määrästä ja/tai niiden syttymistaajuudesta. Myös lyhyemmällä, 8-12 viikon harjoitusjaksoilla, EMG-aktiivisuus on lisääntynyt merkitsevästi (Narici ym. 1989, Pöyhönen ym. 2002, McBride ym. 2003).

Garfinkelin ja Cafarellin (1992) tutkimuksessa isometrisesti harjoitetun jalan vastus lateralis-lihaksen EMG-aktiivisuus ei muuttunut, vaikka maksimaalinen isometrinen voima lisääntyi 28 %. Tämän seurauksena tutkijat päättelivät, että voiman lisääntyminen johtui enemmän lihaksen poikkipinta-alan suurenemisestä kuin neuraalisen aktivaation lisääntymisestä. Lihaksen EMG-aktiivisuuden lisääntyminen tapahtuu kuitenkin varsin nopeasti harjoittelemattomilla henkilöillä, kun taas lihaksen poikkipinta-alan kasvu vaatii pidemmän harjoitusjakson (Häkkinen 1990).

3.3 Lihasvoima fibromyalgiaa sairastavilla

Fibromyalgiaa sairastavien lihasvoiman on todettu olevan alhaisempi tai samalla tasolla kuin terveillä verrokeilla (*kts. taulukko 2*). Eräiden tutkimuksien mukaan fibromyalgiaa sairastavilla on 30-66 % alhaisempi quadriceps-lihaksen isometrinen voima kuin terveillä samanikäisillä naisilla (Jacobsen & Danneskiold-Samsoe 1987, Norregaard ym. 1995, Borman ym. 1999).

Norregaardin ym. (1994a, 1995) tutkimuksissa mitattiin Isometric Twitch Interpolation-tekniikkaa avuksi käyttäen quadriceps-lihaksen isometristä voimaa Kin-Com-dynamometrillä. Kummassakin tutkimuksessa quadriceps-lihaksen todellinen voima (lihasvoima jaettuna lihaksen poikkipinta-alalla) oli noin 30-35 % alhaisempi fibromyalgiaa sairastavilla kuin terveillä verrokeilla. Lindh:n ym. (1994) tutkimuksessa käytettiin myös KINetic COMmunicator II dynamometriä. Tutkimuksen mukaan fibromyalgiaa sairastavilla on yli 50 % alhaisempi isometrinen voima ja 73-79 % alhaisempi eksentrisen voima alaraajoissa verrattuna terveisiin samanikäisiin naisiin.

Norregaardin ym. (1997) tutkimuksessa isokineettistä voimaa mitattiin LIDO-dynamometrillä sekä polven että kyynärnivelen ojentajista ja koukistajista. Tutkimuksessa todettiin fibromyalgiaa sairastavien polven ja kyynärpään koukistajien sekä ojentajien lihasvoiman olevan 20-30 % alhaisempi kuin terveillä verrokeilla.

Jacobsenin ja Danneskiold-Samsoen (1987) tutkimuksessa mitattiin isometristä ja isokineettistä polven ojennusvoimaa Cybex II-dynamometrillä useilla eri polvikulmilla. Fibromyalgiaa sairastavilla oli 58-66 % alhaisempi isometrinen lihasvoima ja 41-51 % alhaisempi isokineettinen lihasvoima quadriceps-lihaksessa verrattuna terveisiin. Myös Maquetin ym. (2002) ja Bormanin ym. (1999) tutkimuksissa selvitettiin fibromyalgiaa sairastavien naisten quadriceps-lihaksen isokineettistä lihasvoimaa ja lihaskestävyyttä Cybex- dynamometrillä. Tutkimuksissa havaittiin maksimaalisen lihasvoiman olevan merkitsevästi (26-54 %) pienempi fibromyalgiaa sairastavilla kuin terveillä verrokeilla. Bormanin ym. (1999) tutkimuksessa ei voitu osoittaa yhteyttä pienemmän lihasvoiman ja koetun kivun välillä. Johtopäätöksenä oli, että syy fibromyalgiaa sairastavien huonompaan quadriceps-lihaksen voimaan ja submaksimaaliseen aerobiseen suorituskykyyn oli

Taulukko 2 Poikkileikkaustutkimuksia, joissa on mitattu fibromyalgiaa sairastavien lihasvoimaa.

Tekijät	Koeryhmä (FM)		Kontrolliryhmä (Terveet)		Mitattu ominaisuus ja tulos
	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD tai vaihteluväli)	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD tai vaihteluväli)	
Maquet ym. (2002)	8 ♀ 6 ♀	41±4 51±3	30 ♀ 20 ♀	40±4 51±5	Isokineettinen voima ↓
Häkkinen ym. (2000a)	11 ♀	38,6±5,8	12 ♀	37,3±6,1	Isometrinen voima ↔
Borman ym. (1999)	24 ♀	30,5±6,4	15 ♀	31,3±8,0	MVC ↓
Norregaard ym. (1997)	181 ♀	39-54	126 ♀	36-68	MVC ↓
Miller ym. (1996)	9 ♀ 2 ♂	25-72 54-62	15 ♀ 21 ♂	42,8±12,0 41,1±11,7	MVC ↔
Norregaard ym. (1995)	15 ♀	49±10	14 ♀	50±7	Isometrinen voima ↓ Isokineettinen voima ↓ EMG ↔
Lindh ym. (1994)	25 ♀	40±5,9	22 ♀	39±7,9	Isometrinen voima ↓ Isokineettinen voima ↓ Eksentrisen voima ↓ EMG ↔
Norregaard ym. (1994a)	20 ♀	48±10	21 ♀	49±6	Isometrinen voima ↓ EMG ↔
Elert ym. (1992)	10 ♀	39-53 FM	10 ♀ 10 ♀	40-51 Terv. 41-48 Kipu	Isokin. voima ↔
Jacobsen & Danneskiold-Samsoe (1987)	9♀,6♂	50,7±6,4	9♀,6♂	49,7±10,5	Isometrinen voima ↓ Isokineettinen voima ↓

↓ = Alhaisempi verrattuna kontrolleihin, ↔ = Ei eroa ryhmien välillä, MVC= Maksimaalinen tahdonalainen lihassupistus (maximal voluntary contraction), EMG= Elektromyografia

ennemmin fyysinen inaktiivisuus kuin kipu tai psykologiset tekijät.

Eräiden tutkimuksien mukaan fibromyalgiaa sairastavien lihasvoima ei eroa terveiden naisten lihasvoimasta. Tällaisia tutkimustuloksia on saatu esimerkiksi Häkkisen ym. (2000a) tutkimuksessa. Kyseisessä tutkimuksessa mukana olleet henkilöt olivat liikunnallisesti aktiivisia, mutta he eivät harrastaneet voimaharjoittelua. Heiltä mitattiin konsentrista ja isometristä lihasvoimaa sekä kipua. Tutkimuksessa ei havaittu eroja fibromyalgiaa sairastavien alaraajan maksimaalisessa konsentrisessa eikä isometrisessä voimassa verrattuna terveisiin. Harjoitusta seurannut väsymys sekä harjoituksen aikana ja jälkeen koettu lihaskipu, olivat molemmissa ryhmissä samanlaiset.

Samanlaisia tuloksia ovat saaneet myös Miller ym. (1996) ja Elert ym. (1992). Millerin ym. (1996) tutkimuksessa mitattiin fibromyalgiaa sairastavien koe- ja terveiden kontrollihenkilöiden kyynärnivelen koukistajien ja ojentajien maksimaalista tahdonalaista lihassupistusta (MVC). Tutkimuksen mukaan koehenkilöiden tulokset eivät eronneet merkittävästi kontrolleiden tuloksista. Elertin ym. (1992) tutkimuksessa koehenkilöinä oli 10 fibromyalgiaa sairastavaa naista sekä 10 naista, joilla oli työperäistä kipua trapezius-lihaksessa ja kontrolleina 10 tervettä naista. Tutkimuksessa mitattiin isokineettistä voimaa dominoivan käden trapezius-, deltoideus-, infraspinatus- ja biceps brachii-lihaksesta Cybex II-dynamometrillä. Ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa isokineettisen voiman suhteen.

Yhteenvetona voidaan todeta fibromyalgiaa sairastavien naisten lihasvoiman olevan lähes samansuuruinen verrattuna terveisiin naisiin, vaikka osin tutkimuksien tulokset ovatkin ristiriitaisia. Tutkimustulosten erilaisuus saattaa johtua erilaisista mittausmenetelmistä ja pienistä koehenkilömääristä.

3.4 Voimaharjoittelun vaikutukset fibromyalgiaa sairastavilla

3.4.1 Lihasvoima

Voimaharjoittelututkimuksia on toistaiseksi tehty vähän fibromyalgiaa sairastavilla (kts. taulukko 3). Tutkimuksien mukaan progressiivisella voimaharjoittelulla on fibromyalgiaa sairastavien naisten maksimaalisen isometrisen ja konsentrisen voiman sekä räjähtävän voiman todettu lisääntyvän samalla tavalla verrattuna terveisiin kontroleihin (Häkkinen ym. 2001b, Geel & Robergs 2002, Valkeinen ym. 2004).

Isometrisen maksimivoiman on todettu lisääntyneen fibromyalgiaa sairastavilla keski-ikäisillä ja iäkkäillä naisilla 13-33 % ja terveillä 24-37 % 21 viikon progressiivisella 2 kertaa viikossa tapahtuvalla voimaharjoittelulla. Jokainen harjoituskerta sisälsi 6-8 liikettä, esimerkiksi jalkakyykyä, polven ja vartalon ojennus-koukistus –harjoituksia ja penkkipunnerrusta. Harjoittelun edetessä toistojen määrää vähennettiin ja tehoa nostettiin. Jalkalihasten harjoittelusta 20-30 % oli räjähtävän voiman harjoittelua 40-60 % teholla ja tutkimuksessa todettiin harjoittelun lisänneen myös räjähtävää voimaa. (Häkkinen ym. 2001b, Valkeinen ym. 2004).

Geel & Robergs:n (2002) tutkimuksessa fibromyalgiaa sairastavien alaraajojen konsentrisen maksimivoima lisääntyi 51 % 8 viikon 2 kertaa viikossa tapahtuvan progressiivisen voimaharjoittelujakson aikana. Tutkimuksesta kuitenkin puuttui kontrolliryhmä, joten vertailukohtaa ei ollut. Häkkisen ym. (2001b) tutkimuksessa konsentrisen maksimivoima lisääntyi fibromyalgiaa sairastavilla 23 % ja terveillä harjoitelleilla 28 %.

Ainoastaan Jonesin ym. (2002) tutkimuksessa ei todettu koe- ja kontrolliryhmien välillä merkitsevää eroa maksimaalisessa isokineettisessä voimassa. Sekä voimaryhmä että kontroleina toiminut venyttelyryhmä kokoontui 2 kertaa viikossa 12 viikon ajan. Jokainen voimaharjoituskerta kesti 60 minuuttia, jonka aikana harjoitettiin ylä- ja alaraajojen sekä vartalolihasvoimaa. Jokaista liikettä tehtiin yksi sarja, jossa toistoja oli aluksi 4-5 ja harjoittelujakson edetessä määrää lisättiin aina

Taulukko 3 Fibromyalgiaa sairastavien voimaharjoittelututkimuksia, joissa on mitattu voimaa, EMG:tä, toimintakykyä ja/tai kipua.

Tekijät	Koeryhmä		Kontrolliryhmä		Harj. useus ja jakson pituus	Intensiteetti	Tulokset
	Lkm Sp	Ikä (Mean ±SD)	Lkm Sp	Ikä (Mean ±SD)			
Valkeinen ym. (2004)	13 ♀ 10 ♀	60,2±2,5 FM 64,2±2,7 Terv.	13 ♀	59,1±3,5 FM	2 krt/vko 21 vk	40-80% 1RM	Maks. isom. voima ↑ EMG ↑ Räjähtävä voima ↑ Kävelynopeus ↔ Porrasnousunopeus ↑# Kipupisteet ↓
Geel & Robergs (2002)	9♀, 1♂	48±8,3	6 Terv.		2 krt/vko 8 vk	60-70% 1RM	1RM ↑ VAS ↓
Jones ym. (2002)	28 ♀	49,2±6,4	28 ♀	46,4±8,6 FM	2 krt/vko 12 vk	-	Maks. isokin. voima ↔ Kipupisteet ↓ VAS ↓
Häkkinen ym. (2001b)	11 ♀ 12 ♀	39±6 FM 37±6 Terv.	10 ♀	37±5 FM	2 krt/vko 21 vk	40-80% 1RM	Maks. isom. voima ↑ EMG ↑ Räjähtävä voima ↑ 1RM ↑ VAS ↓

↑ = Lisääntynyt verrattuna kontrolliryhmään, ↔ = Ei eroa ryhmien välillä, ↓ = Vähentynyt verrattuna kontrolliryhmään, ↑# = Lisääntynyt FM-koeryhmällä, EMG = Elektromyografia, 1RM = Yhden toiston maksimisuoritus (repetition maximum), VAS = Visual Analogue Scale

12 toistoon asti. Koehenkilöitä kannustettiin myös lisäämään kuormaa 12 harjoitteluviikon aikana. Jokainen kontrolliryhmän venyttelykerta kesti myös 60 minuuttia ja sisälsi vartalon eri lihasryhmiin kohdistuvia venytyksiä. Tutkimuksessa todettiin sekä koe- että kontrolliryhmän voiman ja liikkuvuuden lisääntyneen merkitsevästi. Ryhmien välillä tutkimus ei pystynyt osoittamaan merkitseviä eroja. Tutkijat epäilivät sen johtuvan siitä, että venyttely vastasi kevyttä harjoittelua kontrolliryhmäläisille, jotka eivät olleet aiemmin harrastaneet lainkaan liikuntaa. (Jones ym. 2002.) Voimaharjoittelu oli lisäksi todella kevyttä, eikä harjoitusvastusta ollut määrätty.

Yhteenvedona voidaan todeta, että fibromyalgiaa sairastavien naisten maksimaalinen isometrinen, dynaaminen ja räjähtävävoima lisääntyy progressiivisella voimaharjoittelulla samalla tavalla kuin terveillä saman ikäisillä verrokeilla (Häkkinen ym. 2001b).

3.4.2 Lihaskäyttö

Valkeisen ym. (2004) ja Häkkisen ym. (2001b) tutkimuksissa voimamittausten aikana tutkittavilta mitattiin EMG-aktiivisuutta alaraajan/alaraajojen vastus lateralis-, vastus medialis- ja biceps femoris-lihaksista. Valkeisen ym. (2004) tutkimuksen mukaan EMG-aktiivisuus lisääntyi harjoitelleilla merkitsevästi 21 viikon harjoitusjakson aikana sekä oikean jalan ojennuksessa että koukistuksessa verrattuna kontroleihin. Samanlaisia tuloksia raportoi myös Häkkinen ym. (2001b), jonka mukaan EMG-aktiivisuus lisääntyi merkitsevästi harjoitelleilla 21 harjoitusviikon seurauksena sekä vasemman että oikean jalan vastus lateralis- ja vastus medialis-lihaksissa. Muutokset olivat samansuuntaisia fibromyalgiaa sairastavilla ja terveillä naisilla. Näiden tulosten valossa tutkijat ovat sitä mieltä, että fibromyalgia on enemmän sentraalinen kuin perifeerinen tai lihasperäinen, koska havainnot sekä EMG-aktiivisuudesta että voimasta ovat samansuuntaisia fibromyalgiaa sairastavilla kuin terveilläkin.

4 VOIMA-KESTÄVYYSHARJOITTELU TERVEILLÄ JA FIBROMYALGIAA SAIRASTAVILLA

4.1 Voima-kestävyysharjoittelun periaatteet

Yhdistettyä voima-kestävyysharjoittelua on tutkittu vähän ja tutkimustulokset ovat olleet vaihtelevia. Tutkimustulosten vertailua vaikeuttaa tutkimusasetelmien erilaisuus, koska harjoitustapa, harjoitusten frekvenssi ja intensiteetti sekä koehenkilöiden tausta ja muuttujien valinta ovat olleet tutkimuksissa erilaisia.

Voimaharjoittelun seurauksena kehittyvät voimantuotto-ominaisuudet ja kestävyysharjoittelun seurauksena puolestaan pääasiassa kestävyysominaisuudet, kuten esimerkiksi maksimaalinen hapenottokyky. Harjoittelujakson alkuvaiheessa samanaikainen kestävyysharjoittelu ei vaikuta oleellisesti maksimivoiman kehitykseen, mutta mikäli kestävyysharjoittelun kokonaismäärä on suuri ja sitä jatketaan pidempään, saattaa voimaharjoittelu alkaa menettää tehokkuuttaan. Jaksottamisella voidaan kuitenkin välttää kestävyysharjoittelun negatiivisia vaikutuksia voiman kehittymiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että voimaa ja kestävyyttä harjoitetaan erillisinä harjoitusjaksoina, ylläpitäen kuitenkin kokoajan myös toista ominaisuutta. Yhdistetyllä voima-kestävyysharjoittelulla pystytään parantamaan huomattavasti maksimaalista hapenottokykyä, joten voimaharjoittelu ei oleellisesti haittaa kestävyysominaisuuksien kehittymistä. (Häkkinen 1990, Fleck & Kraemer 1997.)

4.2 Voima-kestävyysharjoittelun vaikutukset

4.2.1 Lihasvoima

Tutkijoiden mukaan yhdistetyllä voima-kestävyysharjoittelulla saadaan lähes samanlaisia muutoksia voimaan kuin pelkällä voimaharjoittelulla (*kts. taulukko 4*). Kolme kertaa viikossa tapahtuvan voima-kestävyysharjoittelun on todettu lisäävän terveiden sekä nuorten että iäkkäiden naisten ja miesten voimaa samalla tavalla kuin pelkän voimaharjoittelun seurauksena. (McCarthy ym. 1995, Wood ym. 2001,

Taulukko 4 Terveiden voima-kestävyysharjoittelututkimuksia, joissa on mitattu voimaa, EMG:tä ja/tai toimintakykyä. Tuloksissa ei ole huomioitu kestävyysryhmää.

Tekijät	Kestävyys(K)		Voima(V)		Voima-kestävyys(VK)Kontrolli				Harj.useus ja jakson pituus	Intensiteetti	Tulokset
	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD)	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD)	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD)	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD)			
Balabinis ym. (2003)	7♂	22,4±0,5	7♂	22,2±0,4	7♂	22,6±0,8	5♂	22,2±0,5	K,V,VK: 4 krt/vko K,V,VK: 7 vk	Voima:40-95% 1RM Kest.:70-90% HRmax	C: 1RM leg press ↑, bench press ↑, 1RM squat ↓, Lateral pull down ↓, Wingate ↓
Häkkinen ym. (2003)	-	-	16♂	38±5	11♂	37±5	-	-	V:2 krt/vko VK: 4 krt/vko V,VK: 21 vk	Voima: 50-80% 1RM Kest.: -	C: 1RM ext. ↔, EMG ↔, Räjätävä voima ↑, Maks. isom. voima ↔
Leveritt ym. (2003)	6♀ 3♂	19,2±1,5 19,3±1,5	3♀ 5♂	18,3±0,6 19,2±1,3	6♀ 3♂	18,3±0,8 19,3±1,5	-	-	K,V,VK: 3 krt/vko K,V,VK: 6 vk	Voima: - Kest.: 40-100% Vo ₂ peak	C: 1RM squat ↔, Maks. isom. voima ↔, Isokin. voima ↔, Wingate ↔
Wood ym. (2001)	5♀ 5♂	69,1±5,3 69,1±5,3	6♀ 5♂	69,8±6,0 69,8±6,0	5♀ 4♂	66,1±5,5 66,1±5,5	3♀ 3♂	68,0±5,4 68,0±5,4	K,V,VK: 3 krt/vko K,V,VK: 12 vk	Voima: - Kest.: 60-70% HRmax	C: 5RM ↔, Kest. ↔, Notkeus ↔, Koordinaatio ↔, Tasapaino ↓
Bell ym. (2000)	4♀ 7♂	22,3±3,3 22,3±3,3	4♀ 7♂	22,3±3,3 22,3±3,3	5♀ 8♂	22,3±3,3 22,3±3,3	5♀ 5♂	22,3±3,3 22,3±3,3	K,V: 3 krt/vko VK: 6 krt/vko K,V,VK: 12 vk	Voima: 72-84% 1RM Kest.: 90% VO ₂ max	A: 1RM ↑ B: 1RM ↑ C: 1RM ↑
Cress ym. (1999)	-	-	-	-	23♀,♂	75,6±3,6	26♀,♂	76±5,1	VK: 3 krt/vko VK: 24 vk	Voima:75-80% 1RM Kest.: 75-80% HRR	B: Maks. isom. voima ↑, 4RM ↑, Isokin. voima ↑, Notkeus ↔, Kävelynopeus ↑, Tasapaino ↔
McCarthy ym. (1995)	10♂	26,5±1,6	10♂	27,9±1,2	10♂	27,3±1,7	-	-	K,V,VK: 3 krt/vko K,V,VK: 10 vk	Voima: - Kest.: 70% HRR	C: 1RM ↔, Maks. isom. voima ↔, Isokin. voima ↔,

EMG = Elektromyografia, 1 RM = Yhden toiston maksimisuoritus (repetition maximum), 5 RM = Viiden toiston maksimisuoritus (5-repetition maximum), Wingate = Kävelytesti, HRmax = Maksimisyke, HRR = Sykereservi, A = Ilmoitettuna voimaryhmän muutos verrattuna kontrolliryhmään, B = Ilmoitettuna voima-kestävyysryhmän muutos verrattuna kontrolliryhmään, C = Ilmoitettuna voimaryhmän muutos verrattuna voima-kestävyysryhmään, ↑ = Lisääntynyt, ↔ = Ei eroa ryhmien välillä, ↓ = Vähentynyt

Leveritt ym. 2003.) On myös tutkimuksia joiden mukaan voimaryhmän 1RM-voima on lisääntynyt enemmän kuin voima-kestävyysryhmällä (Bell ym. 2000, Balabinis ym. 2003).

Bellin ym. (2000) tutkimuksessa sekä voimaryhmän että voima-kestävyysryhmän 1RM-voima lisääntyi merkitsevästi 12 viikon harjoitusjakson aikana, mutta voimaryhmällä se oli lisääntynyt merkitsevästi enemmän kuin voima-kestävyysryhmällä. Balabiniksen ym. (2003) tutkimuksessa sekä voima- että voima-kestävyysryhmällä 1RM-voima lisääntyi 7-24 %, liikkeestä riippuen, 7 viikon harjoitusjakson aikana. Koehenkilöiltä mitattiin yhden toiston maksimisuorituksia jalkakyykystä, penkkipunnerruksesta, jalkaprässistä ja ylätaljasta. Verrattaessa ryhmiä keskenään voimaryhmällä jalkaprässi ja penkkipunnerrus tulokset olivat parantuneet enemmän kuin voima-kestävyysryhmällä, kun taas voima-kestävyysryhmällä jalkakyykky ja ylätalja tulokset olivat parantuneet enemmän kuin voimaryhmällä. Ryhmien väliset erot olivat 0,5-5,6 % liikkeestä riippuen. Molemmissa tutkimuksissa maksimaalinen hapenottokyky oli lisääntynyt harjoitusjakson aikana voima-kestävyysryhmällä merkitsevästi enemmän kuin voimaryhmällä. (Bell ym. 2000, Balabinis ym. 2003.)

Kolme kertaa viikossa 10 viikon ajan tapahtuva yhdistetty voima-kestävyys harjoittelu lisää koehenkilöiden 1RM-voimaa 18-22 % ja kestävyyttä 19 % (McCarthy ym. 1995). Samanlaisia tuloksia ovat saaneet Leveritt ym. (2003) 6 viikon ja Wood ym. (2001) 12 viikon harjoitusjaksoilla. Verrattaessa yhdistettyä voima-kestävyysryhmää voimaryhmään ei ryhmien välillä todettu eroja voiman suhteen. Ryhmät erosivat maksimaalisen hapenottokyvyn suhteen, joka lisääntyi voima-kestävyysryhmällä enemmän kuin voimaryhmällä. (McCarthy ym. 1995, Wood ym. 2001, Leveritt ym. 2003.)

Häkkisen ym. (2003) tutkimuksessa voimaryhmä harjoitteli 2 kertaa ja voima-kestävyysryhmä 4 kertaa viikossa 21 viikon ajan. Voimaohjelma oli molemmille ryhmille samanlainen. Bilateraallinen konsentrisen jalkojen ojentajien 1RM-voima lisääntyi voimaryhmällä 21 % ja voima-kestävyysryhmällä 22 %, myös maksimaalinen isometrinen voima lisääntyi samalla tavalla molemmilla ryhmillä.

Räjähtävä voima kuitenkin lisääntyi voimaryhmällä merkitsevästi enemmän kuin voima-kestävyysryhmällä.

4.2.2 Lihasaktiivisuus

Häkkisen ym. (2003) tutkimus oli ainoa, jossa oli mitattu lihasaktiivisuuden muutosta yhdistetyn voima-kestävyysharjoittelun aikana. Tutkimuksessa sekä voima- että voima-kestävyysryhmän EMG-aktiivisuus lisääntyi maksimaalisessa bilateraalissa jalkojen ojennuksessa 19-29 % ja unilateraalissa oikean jalan ojennuksessa 13-20 % 21 viikon harjoitusjakson aikana. Ainoastaan räjähtävän voiman EMG:ssä oli ryhmien välillä eroa. Voimaryhmän EMG-aktiivisuus lisääntyi merkitsevästi räjähtävässä voimassa, kun taas voima-kestävyysryhmällä ei tapahtunut muutosta.

4.3 Hapenottokyky fibromyalgiaa sairastavilla

Fibromyalgiaa sairastavien hapenottokyvyn on todettu olevan alhaisempi tai samalla tasolla kuin terveillä verrokeilla (*kts. taulukko 5*). Norregaardin ym. (1994) tutkimuksen mukaan fibromyalgiaa sairastavilla on alhaisempi maksimaalinen työteho (92,5W) kuin terveillä (130W) samanikäisillä naisilla. Saman tutkimuksen mukaan myös hapenkulutus on alhaisempi fibromyalgiaa sairastavilla (22 ml/kg/min⁻¹) verrattuna terveisiin (30 ml/kg/min⁻¹). Myös Lund ym. (2003) on todennut fibromyalgiaa sairastavilla olevan alhaisempi maksimaalinen työteho ja hapenottokyky kuin terveillä verrokeilla.

Muissa tutkimuksissa fibromyalgiaa sairastavien hapenottokyvyn tai aerobisen kapasiteetin ei ole todettu eroavan terveiden arvoista. Sietsema ym. (1993) mittasi maksimaalisella polkupyöräergometritestillä sekä fibromyalgiaa sairastavia että terveitä henkilöitä ja totesi, etteivät ryhmät eronneet toisistaan hapenottokyvyn suhteen. Myös Nielensin ym. (2000) ja Mengshoelin ym. (1990) mukaan fibromyalgiaa sairastavien aerobinen kapasiteetti ja hapenottokyvyn arvot eivät eronneet terveistä samanikäisistä verrokeista submaksimaalisen polkupyöräergometritestin tulosten perusteella.

Taulukko 5 Poikkileikkaustutkimuksia, joissa on mitattu fibromyalgiaa sairastavien aerobista kuntoa.

Tekijät	Koeryhmä (FM)		Kontrolliryhmä (Terveet)		Mittaustapa	Mitattu ominaisuus ja tulos
	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD tai vaihteluväli)	Lkm Sp	Ikä (Mean±SD tai vaihteluväli)		
Lund ym. (2003)	9♀	34-52	9♀	25-59	Maksimaalinen testi polkupyöraergometrillä	Maks. työteho (W) ↓ Max VO ₂ ↓
Nielens ym. (2000)	30♀	46,9±7,8	67♀	45,1±7,7	Submaksimaalinen testi polkupyöraergometrillä	PWC _{65%} /kg ↔
Norregaard ym. (1994)	15♀	44-54	15♀	46-54	Maksimaalinen testi polkupyöraergometrillä	Maks. työteho (W) ↓ Hapenkulutus (O ₂ ml/kg/min) ↓
Sietsema ym. (1993)	13♀,1♂	37±11	7♀,1♂	43±9	Maksimaalinen testi polkupyöraergometrillä	Peak VO ₂ (ml/min/kg) ↔
Mengshoel ym. (1990)	26 ♀	21-62	26 ♀	-	Submaksimaalinen testi polkupyöraergometrillä	Aerobinen kapasiteetti (O ₂ ml/kg/min) ↔

↓ = Alhaisempi verrattuna kontroleihin, ↔ = Ei eroa ryhmien välillä, Max VO₂ = Maksimi hapenottokyky, PWC_{65%}/kg = Kuorma, jolla henkilö jaksaa tehdä työtä 65% tasolla maksimisykkeestä (W/kg), Peak VO₂ = Hapenottokyvyn maksimiarvo

4.4 Voima-kestävyysharjoittelun vaikutukset fibromyalgiaa sairastavilla

4.4.1 Lihasvoima

Rooks:n ym. (2002) tutkimuksessa fibromyalgiaa sairastavat koehenkilöt harjoittelivat 3 kertaa viikossa 20 viikon ajan, josta 4 ensimmäistä viikkoa tapahtui altaassa (kts. taulukko 6). Harjoitteluohjelma sisälsi kestävyyttä, voimaa ja notkeutta lisääviä harjoitteita. Kestävyyttä harjoitettiin kävelemällä juoksumatolla tai radalla ja voimaa staattisilla sekä dynaamisilla suuriin lihasryhmiin kohdistuvilla liikkeillä. Jokainen harjoituskerta kesti 60 minuuttia, mutta harjoitusten intensiteettiä ei ilmoitettu. Harjoittelun seurauksena alaraajojen konsentrisen maksimivoima lisääntyi 39 % ja yläraajojen 27 %.

Van Santen ym. (2002) vertasi tutkimuksessaan intensiteetiltään matalatempoista (low) ja korkeatempoista (high) harjoittelua. Molemmat ryhmät harjoittelivat 20 viikkoa, low-ryhmä 2 kertaa ja high-ryhmä 3 kertaa viikossa. Jokainen harjoituskerta kesti 60 minuuttia. Low-ryhmän harjoittelu sisälsi kestävyusharjoittelua (40 min), isometrisiä voimaharjoituksia (10 min) ja venyttelyä (10 min). Harjoitusintensiteetin jokainen ryhmäläinen määräsi itse. High-ryhmän harjoittelu sisälsi 10-15 minuuttia pallopelejä ja venyttelyä alkulämmittelyksi, jonka jälkeen koehenkilöt polkivat kuntopyörällä 45 minuuttia, sykkeen ollessa 70 % maksimista. Harjoittelun seurauksena subjektiivinen maksimikuorma lisääntyi high-ryhmällä 12 % (13 wattia) ja low-ryhmällä 6 % (6 wattia).

Saltskår Jentoft:n ym. (2001) tutkimuksessa verrattiin allasharjoittelua (P) voimistelusalissa (L) tapahtuvaan harjoitteluun. Molemmat ryhmät harjoittelivat 2 kertaa viikossa 20 viikon ajan. Yksi harjoituskerta kesti 60 minuuttia ja sisälsi tanssia, venyttelyä, lihaskuntoliikkeitä ja rentoutusta. Harjoittelun intensiteetti oli 60-80 % maksimisykkeestä. Harjoitusjakson aikana puristusvoima lisääntyi L-ryhmällä merkittävästi enemmän kuin P-ryhmällä ja maksimaalinen hapenottokyky lisääntyi molemmilla ryhmillä.

Martinin ym. (1996) tutkimuksessa verrattiin voima-kestävyysharjoittelua kontrollina toimineeseen rentoutusryhmään. Molemmat ryhmät kokoontuivat

Taulukko 6 Fibromyalgiaa sairastavien voima-kestävyysarjoittelututkimuksia, joissa on mitattu voimaa, kestävyyttä, EMG:tä tai toimintakykyä.

Tekijät	Koeryhmä		Kontrolliryhmä		Harj.useus ja jakson pituus	Intensiteetti	Tulokset
	Lkm Sp	Ikä (Mean ±SD)	Lkm Sp	Ikä (Mean ±SD)			
Rooks ym. (2002)	15 ♀	44,9±8,8	-	-	3 krt/vko 20 vk	-	1 RM lisääntyi* Kävelymatka lisääntyi* Kipu vähentyi*
van Santen ym. (2002)	15♀ (Low) 18♀ (High)	25-58 20-54	-	-	Low: 2 krt/vko High: 3 krt/vko 20 vk	Low: - High: 70% HRmax	W _{max} ↑‡, VAS ↑‡
Salstkår Jentoft ym. (2001)	18♀ (P) 16♀ (L)	42,9±8,6 39,4±8,8	-	-	P,L: 2 krt/vko 20 vk	P,L: 60-80% HRmax	Puristusvoima ↑‡, Kipu ↔, Max O ₂ ↔, Kävelynopeus ↔
Gowans ym. (1999)	14♀,6♂	44,3±10,7	18♀,3♂	46,6±12,2 FM	2 krt/vko 6 vk	60-75% HRmax	Kävelymatka ↑, Kipu ↔
Buckelew ym. (1998)	29(♀,♂)(B) 30(♀,♂)(E) 30(♀,♂)(BE)	44,1±9,6 45,6±9,4 41,9±8,1	30(♀,♂) (I)	44,3±11,2 FM	B,E,BE,I: 1 krt/vko 6 vk	E,BE:60-70% HRmax	Kävelynopeus ↔, VAS ↔
Martin ym. (1996)	17♀,1♂	43,9±9,7	20 ♀	45,7±9,9 FM	3 krt/vko 6 vk	60-80% HRmax	Maks. isom. voima ↔, Kest. ↑, Kipupisteet ↓

↑ = Lisääntynyt verrattuna kontroleihin, ↔ = Ei eroa ryhmien välillä, * = Tutkimuksessa ei kontrolliryhmää, ↑‡ = Lisääntynyt High vs. Low, ↑‡ = Lisääntynyt Land-based vs. Pool-based, Low = Low intensity training, High = High intensity training, P = Pool-based exercise, L = Land-based exercise, B = Biofeedback, E = Exercise (Voima-kestävyysarjoittelu), BE = Biofeedback + exercise, I = Informaatio, HRmax = Maksimisyke, Max O₂ = Maksimi hapenottokyky, W_{max} = Subjekttiivinen maksimikuorma

5 VOIMA- JA VOIMA-KESTÄVYYSHARJOITTELUN VAIKUTUS TOIMINTAKYKYYN JA KIPUUN

5.1 Toimintakyky

Iäkkäiden terveiden henkilöiden toimintakykyä on pystytty parantamaan niin voima- kuin voima-kestävyysharjoittelullakin (Cress ym. 1999, Schilcht ym. 2001, Wood ym. 2001, Hruda ym. 2003). Schilcht ym. (2001) ja Hruda ym. (2003) mukaan voimaharjoittelulla on positiivisia vaikutuksia terveiden iäkkäiden henkilöiden toimintakykyyn, kuten esimerkiksi kävelynopeuteen. 8-10 viikon ajan 3 kertaa viikossa tapahtuvalla voimaharjoittelulla iäkkäiden naisten ja miesten 6 metrin kävelynopeus lisääntyi 14-17 %.

Terveiden voima-kestävyysharjoittelututkimuksista esimerkiksi Wood ym. (2001) mittasi iäkkäiden naisten ja miesten toimintakykyä AAHPERD testillä. Voima-kestävyysryhmällä tasapaino lisääntyi enemmän kuin voimaryhmällä, notkeudessa ja koordinaatiossa ei ryhmien välillä ollut eroa. Cress:n ym. (1999) tutkimuksessa toimintakykyä mitattiin 20 metrin kävelyllä, tasapaino- ja notkeustestillä. Voimaryhmällä kävelynopeus lisääntyi enemmän kuin kontrolliryhmällä, mutta tasapainossa tai notkeudessa ei ryhmien välillä ollut eroa. Tutkijoiden mukaan tulokset eivät olleet yllättäviä, koska voimaharjoittelu ei ollut suunnattu parantamaan tasapainoa tai notkeutta.

Fibromyalgiaa sairastavilla toimintakykyä on mitattu usein kävelytestillä, jossa on mitattu joko ajassa kuljettua matkaa tai kävelynopeutta tietyllä matkalla. Voimaharjoittelututkimuksista ainoastaan Valkeisen ym. (2004) tutkimuksessa oli mukana toimintakykytestejä. He mittasivat maksimaalista kävelynopeutta 10 metrin matkalta sekä 10 portaan nousunopeutta. Tutkimuksen mukaan kävelynopeus lisääntyi harjoitelleilla ja ei-harjoitelleilla fibromyalgiaa sairastavilla 21 viikon harjoitusjakson aikana. Porrasnousunopeus lisääntyi ainoastaan harjoitelleilla fibromyalgiaa sairastavilla.

Lähes kaikissa käsittelemissäni fibromyalgiaa sairastavien voima-kestävyysharjoittelututkimuksissa koehenkilöiltä mitattiin kävelynopeutta. Gowansin

ym. (1999) tutkimuksessa koehenkilöt harjoittelivat 2 kertaa viikossa 6 viikon ajan, minkä lisäksi joka viikko oli kaksi koulutuspäivää. Jokainen harjoituskerta kesti 30 minuuttia ja tehtiin altaassa. Harjoitukset sisälsivät 20 minuuttia kävelyä, juoksua ja yläraajoja vahvistavia harjoituksia veden vastusta vastaan sekä 10 minuuttia venyttelyä. Harjoitusintensiivisyys oli 60-75 % maksimisykkeestä. Harjoitusjakson aikana koeryhmän 6 minuutin aikana kävelen kuljettu matka lisääntyi merkitsevästi enemmän (+72 m) kuin kontrolliryhmällä (+22 m).

Buckelew:n ym. (1998) tutkimuksessa oli neljä ryhmää: biofeedback- (B), harjoittelu- (E), yhdistetty biofeedback ja harjoittelu- (BE) ja informaatioryhmä (I). Kaikki ryhmät kokoontuivat 6 viikon ajan kerran viikossa. B-ryhmälle opetettiin rentoutumistekniikoita ja biofeedback-harjoittelua, jolla pyrittiin vähentämään trapezius-lihaksen kireyttä. E-ryhmän harjoittelu koostui venyttelystä, voimaharjoituksista ja kävelystä, joka tapahtui 60-70 % teholla maksimisykkeestä. BE-ryhmän harjoittelu sisälsi samat harjoitukset kuin B- ja E-ryhmällä. Kontrolliryhmänä toimineelle I-ryhmälle annettiin informaatiota fibromyalgian diagnoosista ja hoidosta sekä muuta yleistä tietoa terveydestä. Harjoitusjakson aikana E- ja BE-ryhmän kävelynopeus lisääntyi merkitsevästi.

Rooksin ym. (2002) tutkimuksessa kestävyttä mitattiin 6 minuutin kävelytestillä, jossa kävelymatka lisääntyi koeryhmällä 20 %:lla. Myös Saltskår Jentoft:n ym. (2001) tutkimuksessa toimintakykyä mitattiin kävelytestillä. Sekä koe- että kontrolliryhmän kävelynopeus lisääntyi harjoitusjakson aikana 100 metrin matkalla. Edellä mainitut tutkimukset ovat hyvin erilaisia harjoittelultaan ja mittaustavoiltaan on niistä hankala tehdä yhteenvetoa.

5.2 Kipu

Kipua esiintyy fibromyalgiaa sairastavilla lähes jatkuvasti ja sen lisääntyminen on usein liitetty fyysiseen rasitukseen ja lihastyöhön, kuten polkupyöräergometritestiin tai lihaskuntoa vaativiin suorituksiin (Sietsema ym. 1993, Norregaard ym. 1997). Toisaalta on myös tutkimuksia, joissa fibromyalgiaa sairastavat ovat voineet suorittaa polkupyöräergometritestin ja lihaskuntotestit ilman, että kipu häiritsee niitä (Simms ym.

1994, Martin ym. 1996, Borman ym. 1999, Häkkinen ym. 2000a). Ristiriitaisia tutkimustuloksia on myös voima- tai voima-kestävyys harjoittelun vaikutuksista kipuun.

Kaikissa käsittelemissäni fibromyalgiaa sairastaville tehdyissä voimaharjoittelututkimuksissa oli tutkittu myös kivun muutosta harjoittelun seurauksena. Geel & Robergs:n (2002) tutkimuksessa fibromyalgiaa sairastavien kipu VAS-janalla mitattuna väheni 8 viikon harjoitusjakson aikana 49 %. Häkkisen ym. (2001b) ja Jonesin ym. (2002) tutkimuksissa tulokset olivat samansuuntaisia, mutta erot koe- ja kontrolliryhmien välillä eivät olleet merkitseviä. Kipupisteiden on myös todettu vähentyneen fibromyalgiaa sairastavilla voimaharjoittelun seurauksena, mutta erot koe- ja kontrolliryhmien välillä eivät olleet merkitseviä (Jones ym. 2002, Valkeinen ym. 2004).

Useissa fibromyalgiaa sairastavien voima-kestävyys harjoittelututkimuksissa tutkimuksissa kivun todettiin vähentyneen harjoittelujakson aikana, mutta ryhmien välillä ei todettu merkitseviä eroja (Rooks ym. 2002, Saltskår Jentoft ym. 2001, Gowans ym. 1999, Buckelew ym. 1998). Ainoastaan Van Santenin tutkimuksessa kivun todettiin lisääntyneen. High-ryhmällä kipu lisääntyi 20 %, kun low-ryhmällä se väheni. Martinin ym. (1996) tutkimus oli ainoa, jossa kipupisteet vähenivät merkitsevästi enemmän koeryhmällä verrattuna kontrolliryhmään. Buckelew:n ym. (1998) tutkimuksessa kipu VAS:lla mitattuna vähentyi B- (38 %), E- (27 %) ja BE- (8 %) ryhmillä.

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pelkän voimaharjoittelun ja yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia fibromyalgiaa sairastavien ikääntyvien naisten alaraajojen maksimivoimaan, lihasaktiivisuuteen, kipuun sekä porrasmousu- ja kävelynopeuteen. Lisäksi tutkimuksessa pyrittiin selvittämään miten pelkän voimaharjoittelun vaikutukset eroavat ko. muuttujien osalta yhdistetystä voima-kestävyysharjoittelusta.

Tutkimusongelmat

Miten voimaharjoittelu ja yhdistetty voima-kestävyysharjoittelu vaikuttavat

- 1) alaraajojen lihasvoimaan ja lihasaktiivisuuteen
- 2) kipuun
- 3) porrasmousu- ja kävelynopeuteen fibromyalgiaa sairastavilla naisilla?

Miten voimaharjoittelun ja yhdistetyn voima-kestävyysharjoittelun vaikutukset eroavat toisistaan

- 1) alaraajojen lihasvoiman ja lihasaktiivisuuden
- 2) kivun
- 3) porrasmousu- ja kävelynopeuden osalta fibromyalgiaa sairastavilla naisilla?

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimus toteutettiin yhdessä Jyväskylän yliopiston liikunta- ja terveystieteiden tiedekunnan, Keski-Suomen sairaanhoitopiirin sekä kuntoutumis- ja liikuntakeskus Peurungan kanssa. Se suoritettiin kahdessa osassa, vuosina 2000 ja 2002. Vuonna 2000 tehtiin voimaharjoittelu- ja vuonna 2002 voima-kestävyysharjoittelututkimus. Tämä tutkimus oli osa edellä mainittua projektia. Tarkastelen vuoden 2000 aineistosta koeryhmää ja vuoden 2002 aineistosta sekä koe- että kontrolliryhmää. Koehenkilöt allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen. Tutkimukselle on myönnetty Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan lupa.

7.1 Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilöt olivat fibromyalgiaa sairastavia 55-65 -vuotiaita naisia Jyväskylästä ja sen lähialueilta. Vuonna 2000 Keski-Suomen keskussairaalan ja reumayhdistyksen tiedostoista valittiin 100 naista fibromyalgia diagnoosin perusteella ja heille lähetettiin tiedotuskirje. Kirjeen saaneista 60 haastateltiin, joista 40 kävi lääkärintarkastuksessa. 26 läpäisi lääkärintarkastuksen ja heidät randomisoitiin koe- (n=13) ja kontrolliryhmään (n=13), joista tässä tutkimuksessa on mukana vain koeryhmä. Vuonna 2002 Keski-Suomen keskussairaalan potilastiedostoista valittiin 180 naista fibromyalgia diagnoosin perusteella ja heille lähetettiin tiedotuskirje. Kirjeen saaneista henkilöistä 71 halusi osallistua tutkimukseen, 64 kieltäytyi ja 45 ei vastannut kirjeeseen. Alkuhaastattelun jälkeen harjoitusohjelmaan sitoutui sekä lääkärintarkastuksen läpäisi 28 naista, jotka randomisoitiin koe- (n=15) ja kontrolliryhmään (n=13).

7.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen kulku. Tutkimus kesti 25 viikkoa. Tutkimuksen neljä ensimmäistä viikkoa oli kontrollijakso (-4 - 0), jonka aikana koehenkilöt eivät harjoitelleet. Kaikki koehenkilöt mitattiin tämän kontrollijakson alussa (-4) ja lopussa (0). Kontrollijakson jälkeen koeryhmät aloittivat 21 viikon mittaisen ohjatun harjoittelujakson. Koeryhmät

mitattiin harjoittelujakson aikana seitsemän viikon välein (7,14). Kaikki koehenkilöt mitattiin jälleen tutkimuksen lopussa (21).

Voiman testaaminen. Koehenkilöt tutustuivat testilaitteisiin ja testien kulkuun kontrollimittauskerralla. Jokainen mittauskerta aloitettiin 5 minuutin alkulämmittelyllä, joka suoritettiin kuntopyörällä sekä lyhyillä alaraajojen venytyksillä.

Alaraajojen konsentrisen bilateraalin maksimaalinen ojennusvoima testattiin David 210 voimadynamometrillä (David Fitness and Medical Ltd., Outokumpu, Suomi). Koehenkilö istui laitteessa selkä selkänojaa vasten, kädet kahvoilla ja jalat levyä vasten, noin 20 cm toisista erillään. Alkuasennossa lonkkakulma oli 110° ja polvikulma 70°. Koehenkilöä kehoitettiin ojentamaan jalat suoriksi mahdollisimman nopeasti. Ennen mittausta koehenkilöt tekivät kolme harjoitussuoritusta, joiden aikana arvioitiin ensimmäisen mitattavan suorituksen kuorma. Kuormaa lisättiin vähitellen jokaisen suorituksen jälkeen niin, että koehenkilö ei enää saanut ojennettua jalkojaan suoriksi. Viimeinen hyväksytty suoritus oli koehenkilön 1 Repetition Maximum (1RM) eli maksimikuorma, jonka koehenkilö jaksoi yhden kerran työntää suorille jaloille. Suoritusten välissä oli minuutin tauko.

Alaraajojen isometrinen bilateraalin maksimaalinen ojennusvoima, voimantuottonopeus (Rate of Force Development, RFD) ja nopea voimantuotto (0-500 ms) testattiin voimadynamometrillä. Koehenkilö istui laitteessa selkä selkänojaa vasten, kädet kahvoilla ja jalat voimalevyä vasten, noin 10 cm toisista erillään. Alkuasennossa lonkkakulma oli 110° ja polvikulma 107°. Koehenkilöä kehoitettiin painamaan voimalevyä eteenpäin jaloilla mahdollisimman nopeasti ja ylläpitämään sitä 3-5 sekuntia. Mittausta edelsi kolme harjoitussuoritusta, jonka jälkeen tehtiin kolme mitattavaa suoritusta, kuitenkin niin, että jos suoritus parani yli 5 % edelliseen suoritukseen verrattuna, jatkettiin suorituksia kunnes nousua ei enää tapahtunut.

EMG. Lihaskäyttöä mitattiin edellä mainittujen voimasuoritusten aikana kahdella kaksinapaisella pintaelektrodilla (Beckman miniature-sized skin electrodes 650437, Chigago, Il, USA) oikean jalan vastus lateraliksesta ja vastus medialiksesta. Elektrodit sijoitettiin pitkittäin lihaksen sensorisen pisteen päälle. Sensoriset pisteet paikannettiin Eurooppalaisen suosituksen mukaan (Hermens ym. 1999). Elektrodien

kohdalta ihokarvat poistettiin partahöylällä ja kuollutta ihosolukkoa raaputettiin pois hiekkapaperilla, jonka jälkeen iho puhdistettiin desinfiointiaineella. EMG-signaalit nauhoitettiin telemetrisesti (Glonner, Biomes 2000). Ensimmäisellä kerralla elektrodien poiston jälkeen sensoriset pisteet merkittiin iholle pienellä tatuointipistellä, jotta elektrodien paikat pysyivät samana koko 25 viikon tutkimuksen ajan.

Kipu. Tutkimuksen alussa ja lopussa lääkäri tutki fibromyalgialle tyypilliset koehenkilöiden kipupisteet American College of Rheumatologyn kriteereillä (Wolfe ym. 1990). Lisäksi koehenkilöiltä kysyttiin tutkimuksen alussa ja lopussa sen hetkistä subjektiivista kiputuntemusta 100 mm:n VAS-kipujanalla (Visual Analogue Scale). VAS-kipujana on todettu olevan luotettava ja tarkka mittari koetun kivun mittaamiseksi ja sitä on yleisesti käytetty esimerkiksi reumasairauksissa (Bird ja Dixon 1987).

Toimintakyky. Toimintakykymittaukset (10 metrin kävely ja 10 portaannousu) suoritettiin tutkimuksen alussa (0) ja lopussa (21). Mittaukset suoritettiin sisätiloissa. Kummassakin suorituksessa koehenkilöä kehoitettiin suorittamaan tehtävä mahdollisimman nopeasti, kuitenkin juoksematta. Suoritus hylättiin, jos molemmat jalat olivat yhtä aikaa irti alustasta. Porrassuorituksessa jokaiselle askelmalle tuli astua. Suoritukseen käytetty aika mitattiin valokennoilla. Koehenkilö sai harjoitella suoritusta kerran, jonka jälkeen mitattiin kolme suoritusta. Jokaisen suorituksen välissä oli 1-2 minuutin tauko. 10 metrin kävelytesti on osoitettu validiksi, reliaabeliksi ja kliinisesti käyttökelpoiseksi testiksi (Wade 1992).

7.3 Harjoittelu

Koeryhmät harjoittelivat ohjatusti 21 viikon ajan ennalta laaditun harjoitusohjelman mukaan. Harjoittelu oli jaettu 7 viikon jaksoihin. Voimaryhmä harjoitteli lihasvoimaa säännöllisesti 2 kertaa viikossa kuntosalilla. Voima-kestävyysryhmä harjoitteli kolme kertaa viikossa siten, että ensimmäisellä viikolla oli yksi kestävyysharjoitus ja kaksi voimaharjoitusta, toisella viikolla kaksi kestävyysharjoitusta ja yksi voimaharjoitus jne. Voimaharjoitusohjelma oli molemmilla ryhmillä samanlainen. Jokaisen voimaharjoituskerran välissä oli tarkoituksena olla vähintään yksi lepopäivä, mutta

voimakestävyysryhmällä se ei aina toteutunut. Lisäksi koehenkilöille laadittiin venyttelyohjelma, jonka mukaan heidän tuli venytellä 2 kertaa viikossa.

Voimaharjoittelu. Ohjattu 21 viikon voimaharjoittelujakso sisälsi kokonaisvaltaisesti kehon suuria lihasryhmiä kuormittavia liikkeitä. Jokainen voimaharjoituskerta sisälsi kaksi harjoitusta jalkojen ojentajille (bilateraallinen jalkaprässi ja bilateraallinen/unilateraalinen polven ojennus). Lisäksi jokaisella harjoituskerralla tehtiin neljä tai viisi harjoitusta muille lihasryhmille (vatsalihasliike, selkälihasliike, rintalihasliike, penkkipunnerrus, bilateraallinen kyynärpään ojennus ja koukistus, ylätalja, bilateraallinen/unilateraalinen polven koukistus, pohjeprässi, lonkan loitontajien ja/tai lähentäjien harjoitus). Kaikki suoritukset tehtiin käyttäen hyväksi konsentrista voimantuottoa ja ”palautusvaiheessa” eksentristä voimantuottoa.

Ensimmäiset 4 viikkoa maksimivoimaharjoittelu oli kevyttä, jolloin tutustuttiin laitteisiin ja opeteltiin oikeaa suoritustekniikkaa (*kts. taulukko 7*). Ensimmäisen neljän viikon aikana käytettiin kuormia 40-60 % ja seuraavien kolmen viikon aikana 50-70 % yhden toiston maksimisuorituksen kuormasta. Viikoilla 8-11 kuormat olivat 60-70 % ja viikoilla 12-14 60-70 % ja 70-80 % maksimista. Kuormia 60-80 % ja 70-80 % käytettiin viikoilla 15-18 ja viikoilla 19-21 kuorma oli 70-80 % yhdentoiston maksimisuorituksesta.

Nopeusvoimaharjoittelu alkoi kahdeksannella viikolla ja sen osuus harjoittelusta oli noin 20 % (*kts. taulukko 7*). Nopeaa voimantuottoa harjoitettiin jalkaprässissä, polven ojennuksessa ja penkkipunnerruksessa. Nopeusvoimaharjoittelussa käytetyt kuormat ja toistot olivat pienempiä, mutta liikenopeus suurempi kuin maksimivoimaharjoittelussa.

Taulukko 7 Progressiivisen voimaharjoittelun kuormittavuuden vaihtelu sekä maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelun kuorma yhdentoiston maksimisuorituksesta.

	0-7	8-14	15-21	vko
Maksimivoima:				
Kuorma (1RM:sta)	40-60 %	60-70 %	60-80 %	
	50-70 %	60-80 %	70-80 %	
Sarjat	2-4	2-6	2-6	
Nopeusvoima:				
Kuorma		40-50 %	40-50 %	
		50 %	50 %	
Sarjat		2	2	

Maksimivoiman toistot: 40 %=15-20, 50 %=12-15, 60 %=10-12, 70 %=8-10, 80 %=5-8 toistoa
 Nopeusvoiman toistot: 40 %=10-12, 50 %=8-10 toistoa

Kestävyysharjoittelu. Voima-kestävyysryhmä harjoitteli voiman lisäksi kestävyyttä 1-2 kertaa viikossa. Viikoilla, joilla oli kaksi kestävyysharjoitusta, toinen harjoitus oli ohjattu ja toinen itsenäisesti toteutettu. Ohjatuilla kestävyysharjoituskerroilla koehenkilöt polkivat kuntopyörällä ennalta laaditun ohjelman mukaisesti ja seurasivat sykettä sykemittarilla (*kts. taulukko 8*). Ensimmäisen 7 viikon ajan koehenkilöt polkivat ohjatuilla kestävyysharjoituskerroilla 30 minuuttia, viikoilla 8-14 45 minuuttia ja viikoilla 15-21 60 minuuttia. Itsenäisillä harjoituskerroilla koehenkilöt liikkuivat koko 21 viikon harjoitusjakson ajan peruskestävyysalueella 60 minuuttia oman tuntemuksen mukaan. Sopivia lajeja olivat esimerkiksi kävely, sauvakävely, hiihto tai uinti.

Taulukko 8 Ohjattu kestävyysharjoittelu

Viikot	1-7	8-14	15-21
	PK 30 min	PK 15 min	PK 10 min
		VK 10 min	VK 10 min
		MK 5 min	PK 4 min
		PK 15 min	VK 10 min
			PK 4 min
			MK 5 min
			PK 4 min
			MK 5 min
			PK 8 min

PK = Peruskestävyys (alle aerobisen kynnyksen)

VK = Vauhtikestävyys (aerobinen kynnyks – anaerobinen kynnyks)

MK = Maksimikestävyys (yli anaerobisen kynnyksen)

7.4 Tilastolliset analyysimenetelmät

Tulokset analysoitiin SPSS for Windows 11.5 –ohjelmalla. Tuloksista analysoitiin keskiarvot ja keskihajonnat kaikilla mittauskerroilla. Lisäksi laskettiin muutosprosentteja alkutilanteeseen verrattuna, joita verrattiin One-Way-ANOVA:lla. Myös ryhmien välisiä eroja antropometristen muuttujien suhteen analysoitiin One-Way-ANOVAN avulla. Ryhmien sisällä ajassa tapahtuvia muutoksia verrattiin parillisen T-testin avulla. Ryhmien välisiä muutoksia tarkasteltiin toistomittausmenetelmän avulla.

8 TULOKSET

Voima-kestävyysryhmästä 2 koehenkilöä lopetti tutkimuksen aikana. Syinä olivat muutto toiselle paikkakunnalle ja sydänoireet, jotka eivät aiheutuneet harjoittelusta. Kontrolliryhmästä lopetti 2 henkilöä ensimmäisten mittausten jälkeen, koska he kokivat niiden aiheuttaneen lihasten liiallista kipeytymistä.

Antropometria. Ryhmien antropometriset tulokset ovat taulukossa 9. Ryhmät eivät eronneet alkutilanteessa toisistaan fyysisiltä ominaisuuksiltaan.

Taulukko 9 Antropometria alkutilanteessa (keskiarvo ± keskihajonta)

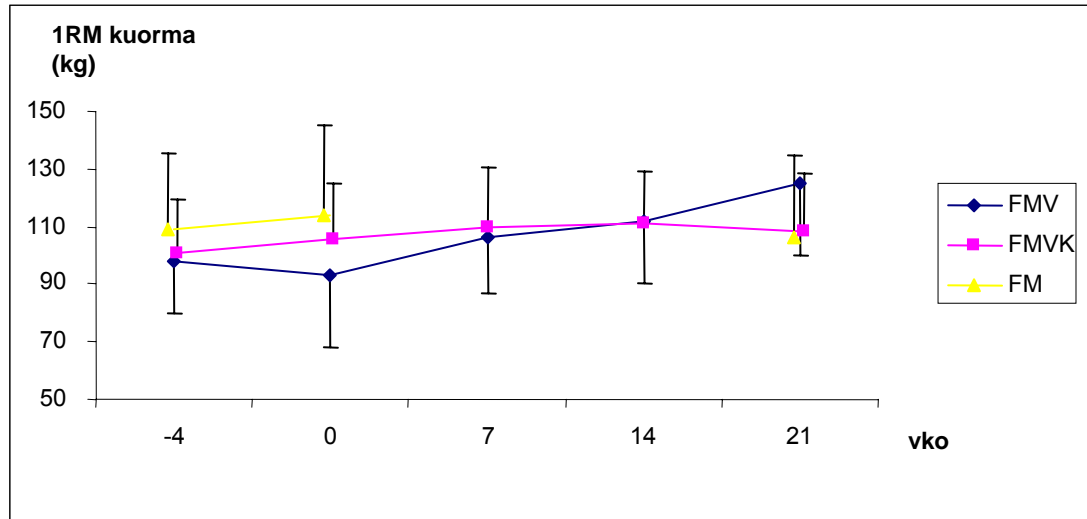
	FMV n=13	FMVK n=13	FM n=11
Ikä	60±2	59±2,5	58±3
Pituus	159±4	162±5	161±6
Paino	66±9	71±8	72±12
BMI	25,5±2,3	26,9±2,3	27,7±4,4
Rasva%	35,4±3,1	37,8±2,9	38,2±4,4

FMV= Voimaharjoitteluryhmä
 FMVK= Voima-kestävyysarjoitteluryhmä
 FM= Kontrolliryhmä

Konsentrinen maksimivoima ja EMG. Konsentrisen bilateraalisien jalkojen ojennuksen arvot pysyivät kontrollijakson aikana muuttumattomina FMVK:lla ja FM:llä, mutta FMV ryhmällä voimataso laski ($p=.008$) (kuva 1). Lähtötilanteessa ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Voimaryhmän lihasvoima lisääntyi 42 % ($p=.000$) ja voima-kestävyysryhmän 2 % (ns.) 21 viikon harjoittelujakson aikana.

Ryhmät erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p=.000$) toisistaan 21 viikon harjoitusjakson aikana. Voimaryhmän konsentrinen voima lisääntyi enemmän kuin voima-kestävyys- ($p=.000$) ja kontrolli- ($p=.000$) ryhmillä. Myös voima-

kestävyysryhmän voima lisääntyi enemmän ($p=.043$) kuin kontrolliryhmällä 21 viikon harjoittelujakson aikana.



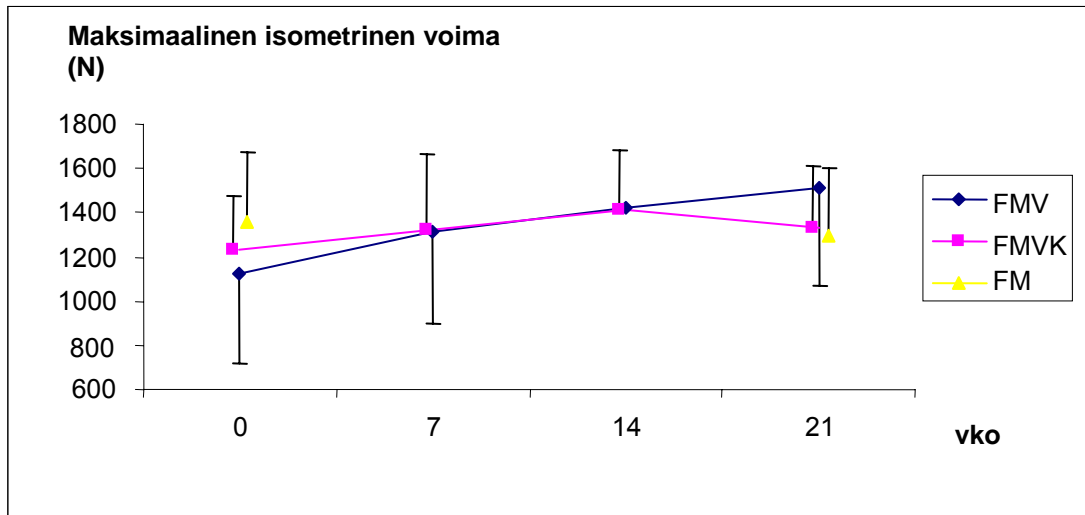
Kuva 1 Konsentrisen bilateraalin jalkojen ojennusvoima [kg; keskiarvo (keskihajonta)] voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) 4 viikon kontrollijakson ja 21 viikon harjoitusjakson aikana.

FMV ryhmän voima lisääntyi tasaisesti koko harjoittelujakson ajan. Ensimmäisten 7 viikon aikana ($p=.000$), viikoilla 7-14 ($p=.042$) ja viikosta 14 viikkoon 21 ($p=.000$). Viikkojen 0-14 aikana FMV ryhmän voima lisääntyi 27 % ($p=.000$). FMVK ryhmän voima lisääntyi 6 % ($p=.028$) viikkojen 0-14 aikana, muuten lisääntyminen harjoitusjakson aikana ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Kontrolliryhmällä ei tapahtunut merkitsevää muutosta konsentrisessa maksimivoimassa 21 viikon harjoitusjakson aikana.

EMG. Kontrollijakson aikana EMG-aktiivisuus ei muuttunut merkitsevästi millään ryhmällä. Voimaryhmän EMG-aktiivisuus lisääntyi 60 % ($p=.000$) ja voima-kestävyysryhmän 21 % (ns.) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

Isometrinen maksimivoima ja EMG. Isometrisen maksimivoiman -4 mittaukset eivät ole mukana, koska voimalevyn asento ei ollut kaikilla koehenkilöillä samanlainen ja sillä oli vaikutusta mittauksesta saatuihin arvoihin. Lähtötilanteessa ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa (kuva 2). Voimaryhmän isometrinen maksimivoima lisääntyi 50 % ($p=.000$) ja voima-kestävyysryhmän 9 % (ns.) 21 viikon harjoittelujakson aikana.

Ryhmät erosivat isometrisen bilateraalisin maksimivoiman suhteen ($p=.000$) toisistaan 21 viikon harjoitusjakson aikana. Voimaryhmän voima lisääntyi enemmän kuin voima-kestävyys- ($p=.011$) ja kontrolli- ($p=.000$) ryhmillä.



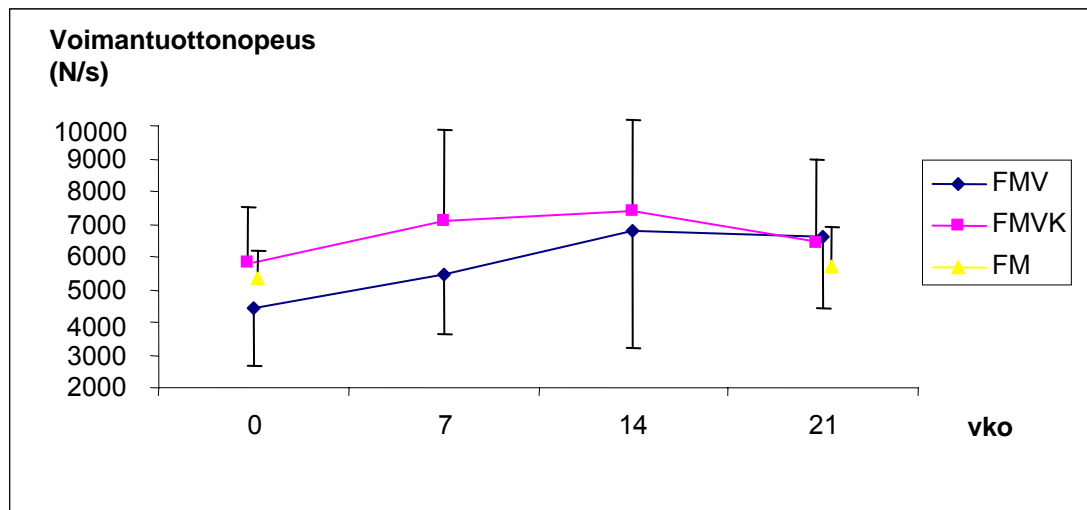
Kuva 2 Maksimaalinen isometrinen bilateraallinen voima [N; keskiarvo (keskihajonta)] voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

FMV ryhmän voima lisääntyi tasaisesti koko harjoittelujakson ajan. Ensimmäisten 7 viikon aikana ($p=.004$), viikoilla 7-14 ($p=.016$) ja viikosta 14 viikkoon 21 ($p=.004$). Isometrinen maksimivoima lisääntyi viikkojen 0-14 aikana 38 % ($p=.001$). FMVK ryhmän voima lisääntyi ensimmäisten 14 viikon aikana 18 % ($p=.029$), jonka jälkeen se laski ($p=.009$). Kontrolliryhmällä ei tapahtunut merkitsevää muutosta isometrisessä maksimivoimassa 21 viikon harjoitusjakson aikana.

EMG. Voimaryhmän EMG-aktiivisuus lisääntyi 59 % ($p=.000$) ja voima-kestävyysryhmän 17 % (ns.) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

Voimantuottonopeus. Lähtötilanteessa ryhmät eivät eronneet merkitsevästi toisistaan (kuva 3). Voimaryhmän voimantuottonopeus lisääntyi 60 % ($p=.001$) ja voima-kestävyysryhmän 15 % (ns.) 21 viikon harjoittelujakson aikana.

Voimaryhmän voimantuottonopeus lisääntyi enemmän kuin kontrolliryhmällä ($p=.013$), kun taas tilastollisesti merkitsevää eroa voima-kestävyysryhmään ei ollut 21 viikon harjoittelujakson aikana.

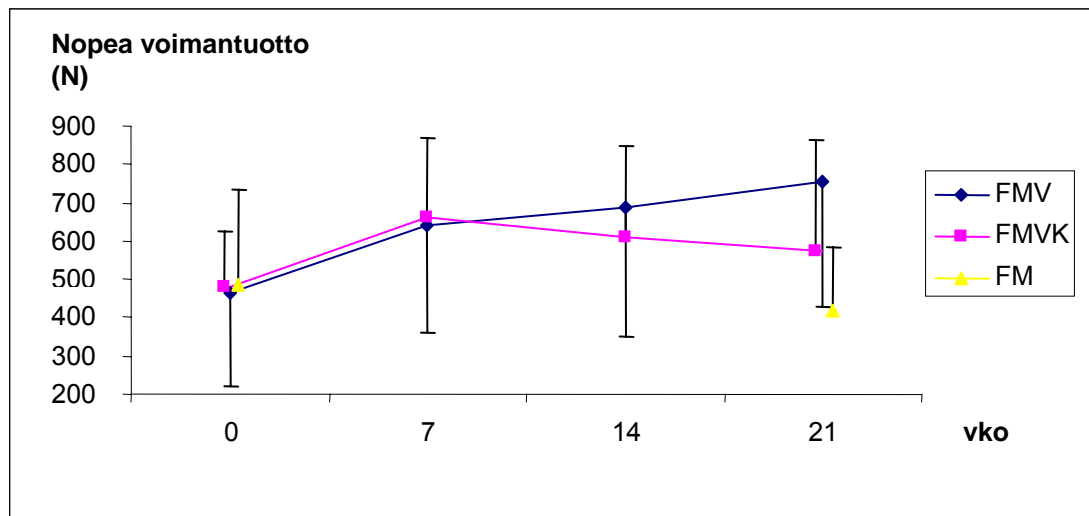


Kuva 3 Maksimaalinen voimantuottonopeus [N/s; keskiarvo (keskihajonta)] bilateraalisen isometrisessä jalkojen ojennuksessa voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

Voimantuottonopeus lisääntyi ensimmäisten 7 viikon aikana FMV:llä ($p=.046$) ja FMVK:llä ($p=.024$). Viikosta 7 viikkoon 14 lisääntyminen ei kummallakaan ryhmällä ollut merkitsevää. FMVK ryhmällä viimeisten seitsemän viikon aikana tapahtunut voimantuottonopeuden lasku oli merkitsevää ($p=.003$). FMV ryhmän voimantuottonopeus lisääntyi viikkojen 0-14 aikana 56 % ($p=.011$) ja FMVK ryhmän 33 % (ns.). Kontrolliryhmällä ei tapahtunut merkitsevää muutosta voimantuottonopeudessa harjoitusjakson aikana.

Nopea voimantuotto ja EMG. Lähtötilanteessa ryhmät eivät eronneet merkitsevästi toisistaan (kuva 4). Voimaryhmän nopea voimantuotto lisääntyi 126 % ($p=.001$) ja voima-kestävyysryhmän 34 % (ns.) 21 viikon harjoittelujakson aikana.

Ryhmät erosivat merkitsevästi ($p=.007$) toisistaan 21 viikon harjoitusjakson aikana. Voimaryhmän nopea voimantuotto lisääntyi enemmän kuin kontrolliryhmällä ($p=.001$), kun taas tilastollisesti merkitsevää eroa voima-kestävyysryhmään ei ollut 21 viikon harjoittelujakson aikana.



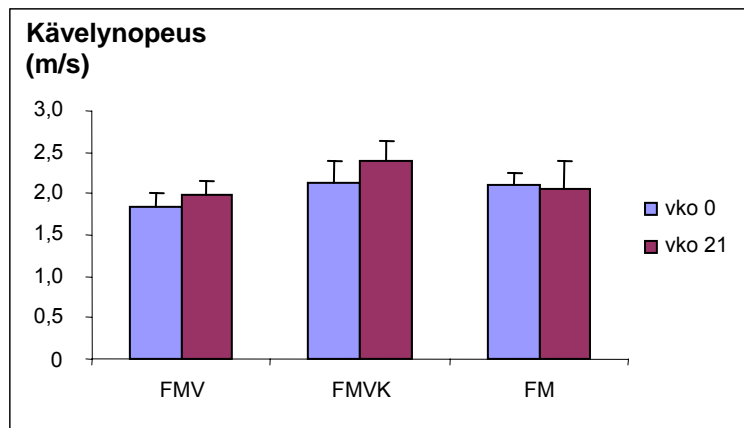
Kuva 4 Nopea voimantuotto (0-500ms) [N; keskiarvo (keskihajonta)] bilateraalisessa isometrisessä jalkojen ojennuksessa voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

FMV ryhmällä nopea voimantuotto (0-500 ms) lisääntyi koko harjoittelujakson ajan, mutta lisääntyminen oli merkitsevää ainoastaan ensimmäisten 7 viikon aikana ($p=.014$). Nopea voimantuotto lisääntyi 110 % ($p=.032$) viikosta 0 viikkoon 14. FMVK ryhmällä nopea voimantuotto lisääntyi viikosta 0 viikkoon 7 ($p=.029$), jonka jälkeen se laski (ns.). Viikkojen 0-14 aikana nopea voimantuotto lisääntyi 76 % (ns.). Kontrolliryhmällä ei tapahtunut merkitsevää muutosta nopeassa voimantuotossa harjoitusjakson aikana.

EMG. Voimaryhmän EMG-aktiivisuus lisääntyi 71 % ($p=.001$) ja voima-kestävyysryhmän 15 % (ns.) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

10 m kävely. Lähtötilanteessa ryhmät erosivat merkitsevästi ($p=.012$) toisistaan. Voima-kestävyysryhmä käveli 10 metriä voimaryhmää nopeammin ($p=.018$) (kuva 5). Voimaryhmän kävelynopeus lisääntyi 8 % ($p=.025$) ja voima-kestävyysryhmän 12 % ($p=.003$) 21 viikon harjoittelujakson aikana. Kontrolliryhmällä ei tapahtunut merkitsevää muutosta kävelynopeudessa harjoitusjakson aikana.

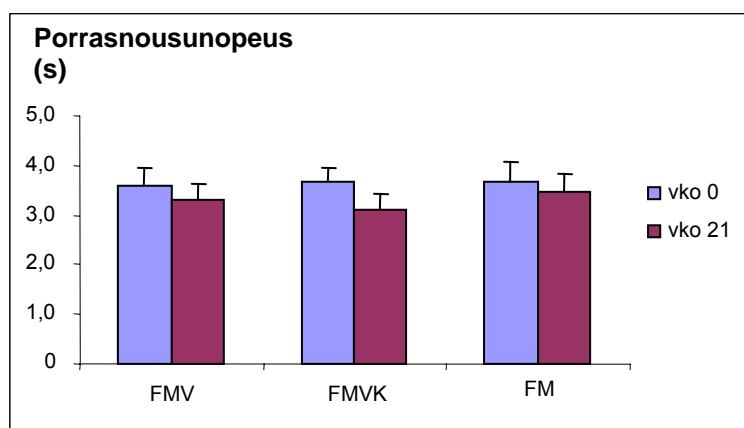
Ryhmät erosivat merkitsevästi ($p=.004$) toisistaan 21 viikon harjoitusjakson aikana. Voima- ($p=.021$) sekä voima-kestävyysryhmän ($p=.002$) kävelynopeus lisääntyi enemmän kuin kontrolliryhmällä 21 viikon harjoittelujakson aikana.



Kuva 5 10 metrin kävelynopeus [m/s; keskiarvo (keskihajonta)] voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) alku- ja loppumittauksessa.

Porrasnousu. Lähtötilanteessa ryhmät eivät eronneet toisistaan (kuva 6). Voimaryhmän porrasmousunopeus lisääntyi 8 % ($p=.003$), voima-kestävyysryhmän 15 % ($p=.000$) ja kontrolliryhmän 5 % ($p=.002$) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

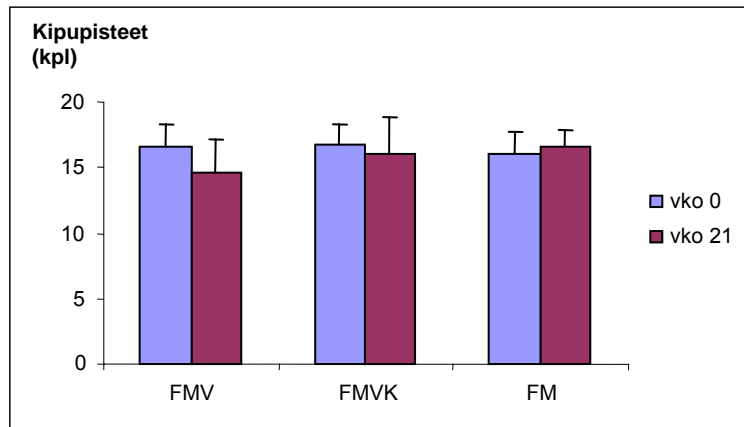
Ryhmät erosivat toisistaan merkitsevästi ($p=.000$) 21 viikon harjoitusjakson aikana. Voima-kestävyysryhmän porrasmousunopeus lisääntyi enemmän kuin voima- ($p=.004$) ja kontrolliryhmällä ($p=.000$) 21 viikon harjoittelujakson aikana.



Kuva 6 10 portaan nousuun käytetty aika [s; keskiarvo (keskihajonta)] voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) alku- ja loppumittauksessa.

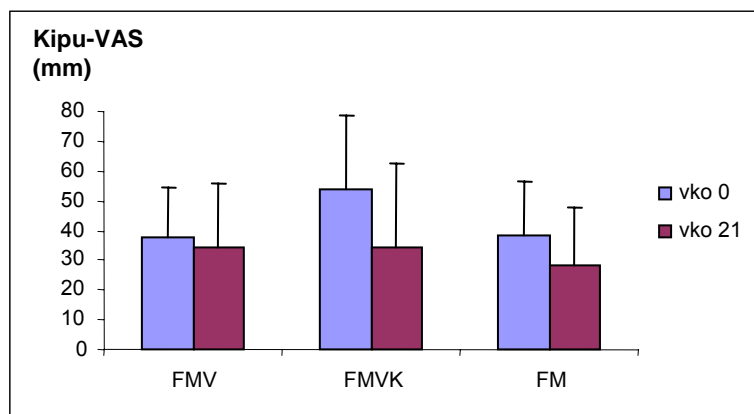
Kipupisteet. Lähtötilanteessa ryhmät eivät eronneet toisistaan (kuva 7). Voimaryhmällä kipupisteet vähenivät 11 % ($p=.026$) ja voima-kestävyysryhmällä 4 % (ns.) 21 viikon harjoitusjakson aikana.

Ryhmät erosivat merkitsevästi ($p=.049$) toisistaan 21 viikon harjoitusjakson aikana. Voima-kestävyysryhmän kipupisteiden määrä vähentyi enemmän kuin kontrolliryhmällä ($p=.022$), kun taas merkitsevää eroa FMVK ryhmään ei ollut 21 viikon harjoittelujakson aikana.



Kuva 7 Kipupisteet [kpl; keskiarvo (keskihajonta)] voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) alku- ja loppumittauksessa.

Kipu. Lähtötilanteessa ryhmät eivät eronneet toisistaan kivun suhteen (VAS) (kuva 8). Voimaryhmällä kipu väheni 1 % (ns.) ja voima-kestävyysryhmällä 35 % ($p=.039$) 21 viikon harjoitusjakson aikana. Ryhmät eivät eronneet kivun suhteen merkitsevästi toisistaan 21 viikon harjoitusjakson aikana.



Kuva 8 Kipu VAS:illa mitattuna [mm; keskiarvo (keskihajonta)] voima- (FMV), voima-kestävyys- (FMVK) ja kontrolliryhmältä (FM) alku- ja loppumittauksessa.

Voimaryhmällä isometrisen sekä konsentrisen maksimivoiman kehittyminen tapahtui lähes lineaarisesti, kun voima-kestävyysryhmällä voima lisääntyi tasaisesti ensimmäisten 14 viikon aikana, jonka jälkeen voimataso laski. Ero johtuu luultavasti harjoittelun määrästä ja samanaikaisesta kestävyysharjoittelusta, jolla on vaikutusta voiman kehittymiseen (Bell ym. 2000, Balabinis ym. 2003). Voimaryhmä harjoitteli 2 kertaa viikossa, mutta voima-kestävyysryhmä harjoitteli voimaa ainoastaan 1,5 kertaa viikossa. Tämä harjoitusmäärä ei ole riittävä lisäämään harjoittelemattoman henkilön voimaa pidemmällä aikavälillä, vaikka harjoitusohjelma on progressiivinen. Harjoittelujakson alkuvaiheessa samaan aikaan tapahtuvalla kestävyysharjoittelulla ei ole vaikutuksia voimaan, mutta pidempään jatkuessa saattaa se vaikuttaa voimaharjoittelun tehoon (Häkkinen 1990).

Nopea voimantuotto ja voimantuottonopeus. Osa voimaharjoittelusta oli suunnattu parantamaan nopeaa voimantuottoa. Lihaksen kyvyllä tuottaa voimaa nopeasti on käytännön merkitystä jokapäiväisessä elämässä, kuten portaiden nousemisessa ja kaatumisten ehkäisemisessä.

Nopea voimantuotto lisääntyi voimaryhmällä tasaisesti koko harjoittelujakson ajan ja voima-kestävyysryhmällä nousua tapahtui ainoastaan ensimmäisten 7 viikon aikana, jonka jälkeen se laski. Samanlaisia tuloksia on saanut myös Valkeinen ym. (2004), missä sekä fibromyalgiaa sairastavien että terveiden harjoitteluiden nopea voimantuotto nousi koko harjoittelujakson ajan. Syy siihen miksi voima-kestävyysryhmän nopea voimantuotto nousi ainoastaan seitsemän ensimmäisen harjoitteluviikon aikana saattaa olla se, ettei harjoittelu toteutunut aivan suunnitelman mukaan. Voima-kestävyysryhmän koehenkilöt eivät opastuksesta huolimatta kyenneet tekemään nopeusvoimaharjoitteita riittävän räjähtävästi. Myös samaan aikaan tapahtuva kestävyysharjoittelu saattoi haitata nopeanvoimantuoton kehittymistä.

Nopeusvoimaharjoittelun seurauksena myös voimantuottonopeus lisääntyi, mutta ainoastaan voimaryhmällä siinä tapahtui merkitsevää lisääntymistä. Voimantuottonopeus lisääntyi sekä voimaryhmällä että voima-kestävyysryhmällä (ns.) 14 ensimmäisen viikon ajan, jonka jälkeen se laski hieman. Samanlaisia tuloksia on saanut myös Häkkinen ym. (2001b) tutkimuksessaan, jossa sekä

fibromyalgiaa sairastavien että terveiden harjoitteluiden voimantuottonopeus lisääntyi viikkoon 14 asti, jonka jälkeen se laski. Voimantuottonopeuden lisäämiseksi edelleen tarvitaan todennäköisesti harjoitusohjelmaa, jossa keskitytään enemmän nopeusvoimaharjoitteluun. Voima-kestävyysryhmällä voimantuottonopeuden lisääntyminen ei ollut tilastollisesti merkitsevää, mikä saattoi johtua kestävyysharjoittelun estävästä vaikutuksesta voimantuottonopeuden kehittymiseen. Syynä voi olla myös voima-kestävyysryhmän korkeampi lähtötaso voimaryhmään verrattuna.

Lihasten aktivointi. Voimaharjoittelun aiheuttaman maksimivoiman lisääntymisen harjoittelun ensimmäisillä viikoilla tiedetään harjoittelemattomilla terveillä naisilla johtuvan pääosin lihaksen lisääntyneestä motoristen yksiköiden aktiivisuudesta (Häkkinen 1990). Tässä tutkimuksessa EMG-aktiivisuus käyttäytyi samalla tavalla kuin voima. Voimaryhmällä vastus lateralis ja vastus medialis -lihasten aktiivisuus isometrisessä ja konsentrisessä jalkojen ojennuksessa sekä nopeassa voimantuotossa lisääntyi koko harjoittelujakson ajan, kuten myös Häkkinen ym. (2001b) tutkimuksessaan totesi. Tämä saattoi johtua progressiivisen harjoitusohjelman aiheuttamasta tehokkaammasta motoristen yksiköiden rekrytoinnista ja lisääntyneestä aktiivisuudesta tai näiden kahden yhdistelmästä. Koska hypertrofiaa ei tässä tutkimuksessa mitattu, ei voida tietää sen yhteyttä maksimivoiman ja EMG-aktiivisuuden kehittymiseen. Fibromyalgiaa sairastavien naisten voiman ja EMG:n lisääntyminen samalla tavalla terveiden kanssa antaa viitteitä siitä, että fibromyalgiaa sairastavien neuromuskulaarinen vaste lihasvoimaharjoittelulle on normaali (Häkkinen ym. 2001b, Valkeinen 2004.)

Voima-kestävyysryhmällä vastus lateralis- ja vastus medialis -lihaksen EMG-aktiivisuus ei missään suorituksessa lisääntynyt tilastollisesti merkitsevästi harjoitusjakson aikana. Kuitenkin myös voima-kestävyysryhmällä EMG-aktiivisuus käyttäytyi samalla tavalla kuin voima. Fibromyalgiaa sairastavilla ei ole aiemmin tehty tutkimusta, jossa olisi mitattu lihasten aktiivisuuden muutosta voima-kestävyysharjoittelun seurauksena. Terveillä keski-ikäisillä miehillä voima-kestävyysharjoittelun on kuitenkin todettu lisäävän vastus lateralis- ja medialis -lihaksen EMG-aktiivisuutta (Häkkinen ym. 2003).

Toimintakyky. Voima- ja voima-kestävyys harjoittelulla voidaan vaikuttaa henkilön liikkumiskykyyn ja päivittäisistä toiminnoista selviytymiseen. Lihassoiman sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnon paraneminen ilmenevät yleensä parempana liikkumis- ja toimintakykenä. (Sakari-Rantala 2003).

Kävely- ja porrastouso nopeus lisääntyivät tilastollisesti merkitsevästi sekä voima- että voima-kestävyysryhmällä. Samanlaisia tuloksia on saanut myös Valkeinen ym. (2004), jonka mukaan 21 viikon voimaharjoittelulla 10 metrin kävelynopeus sekä porrastouso nopeus lisääntyivät merkitsevästi fibromyalgiaa sairastavilla. Gowansin ym. (1999) mukaan jo kuuden viikon voima-kestävyys harjoittelulla fibromyalgiaa sairastavien kävelymatka 6 minuutin kävelytestissä lisääntyi merkitsevästi. Terveillä samansuuntaisia tuloksia ovat saaneet Cress ym. (1999), Schlicht ym. (2001) ja Hruđa ym. (2003), jotka totesivat sekä pelkän voimaharjoittelun että yhdistetyn voima-kestävyys harjoittelun lisäävän kävelynopeutta niin iäkkäillä kuin nuorillakin.

Kipu. Tämän tutkimuksen mukaan sekä voimaryhmällä että voima-kestävyysryhmällä kipu vähentyi, kun taas kontrolliryhmällä kipupisteet näyttivät lisääntyvän (ns.) ja kipu VAS:lla mitattuna vähenevän (ns.). Voimaryhmällä kipupisteiden määrä ja voima-kestävyysryhmällä kipu VAS-janalla mitattuna väheni merkitsevästi 21 viikon harjoitusjakson aikana. Kipupisteiden määrää voidaan pitää objektiivisena kipumittarina, koska lääkäri tutki kipupisteet tutkimuksen alussa ja lopussa. VAS-kipujana on puolestaan subjektiivinen mittari, koska siinä koehenkilö arvioi itse sen hetkistä kiputunteuksen voimakkuutta. Fibromyalgiaa sairastavien kivun voimakkuus vaihtelee paljon, esimerkiksi väsymyksellä, mielialalla ja säällä voi olla vaikutusta kivun tuntemiseen, joten kipupisteiden määrää voidaan pitää luotettavampana kipumittarina fibromyalgiaa sairastaville.

Useissa tutkimuksissa on kuitenkin todettu fibromyalgiaa sairastavien kipupisteiden ja kivun VAS-janalla mitattuna vähentyneen pelkän voimaharjoittelun tai yhdistetyn voima-kestävyys harjoittelun seurauksena (Martin ym. 1996, Buckelew ym. 1998, Häkkinen ym. 2001b, Geel & Robergs 2002, Jones ym. 2002, Rooks ym. 2002, Valkeinen ym. 2004.) Ainoastaan van Santenin ym. (2002) tutkimuksessa todettiin kivun lisääntyneen 20 % korkeammalla tempolla harjoitelleilla. Ryhmä harjoitteli 3 kertaa viikossa 60 minuuttia, josta 45 minuuttia he polkivat kuntopyörällä 70 %:lla

maksimitehosta. Koehenkilöt pitivät harjoittelua aikaa vievänä, kivuliaana ja stressaavana, eikä se tuottanut heille mitään iloa. Kuitenkin Leslie (1999) on ehdottanut, että fibromyalgiaa sairastavien tulisi harjoitella 3 kertaa viikossa 40 minuutin ajan, 60-70 % teholla maksimisykkeestä. Tässä tutkimuksessa voimaryhmä harjoitteli 2 kertaa viikossa ja voima-kestävyysryhmä 3 kertaa viikossa, josta puolet oli voima- ja puolet kestävyys- ja voimajärjestyksessä harjoittelua. Tulokset tällaisen harjoittelun sopivuudesta fibromyalgiaa sairastaville olivat hyviä, voima lisääntyi ja kivut vähenivät. Tämän tutkimuksen harjoitusohjelmat olivat progressiivisia ja harjoittelu ohjattua, millä uskon olleen vaikutusta ainakin harjoittelun mielekkyyteen.

Tutkimuksen heikkoudet ja vahvuudet. Tutkimuksen vahvuutena on harjoittelujakson pituus (21 viikkoa) ja tarkasti suunniteltu progressiivinen harjoitusohjelma. Tutkimuksen yhtenä heikkoutena voidaan pitää ryhmien pieniä koehenkilömääriä, joten tulokset eivät ole yleistettävissä eri ikäryhmille. Koehenkilöt saivat myös käyttää lääkärin määräämää lääkitystä tutkimuksen aikana, jolla saattaa olla vaikutusta esimerkiksi koettuun kipuun. Lisäksi kontrolliryhmän motivaatioon saattoi vaikuttaa se, että heidät mitattiin ainoastaan tutkimuksen alussa ja lopussa, mutta se ei kuitenkaan voi selittää selviä eroja tutkimustuloksissa.

Jatkossa olisi mielenkiintoista selvittää pysyisivätkö voima- ja toimintakyky muutosten profiilit samanlaisina jos myös voima-kestävyysryhmä harjoittelisi puolentoista kerran sijasta 2 kertaa viikossa. Lisäksi pelkän kestävyysryhmän mukaan ottaminen ja kestävyystestien tekeminen kaikille ryhmille toisi tutkimukseen lisää sisältöä. Tutkimuksen puutteena oli terveiden koehenkilöiden puuttuminen, mikä sekä lisäisi vertailukohtia tutkimukselle.

Yhteenveto. Yhteenvetona tutkimustuloksista voidaan todeta, että 21 viikon pelkkä voimaharjoittelu kehittää maksimivoimaa, voimantuottonopeutta ja lihasten neuraalista aktivaatiota selvästi enemmän kuin yhdistetty voima-kestävyys- ja voimajärjestyksessä harjoittelu. 1,5 kertaa viikossa toteutettu voimaharjoittelu lisää voimaa ainoastaan viikkoon 14 saakka. Molemmat harjoittelut lisäävät kuitenkin samalla tavalla kävelynopeutta ja porrastusnopeutta sekä vähentävät kipua. Fibromyalgiaa sairastavat liikkuvat terveitä ikäverrokkejaan vähemmän, koska he pelkäävät liikunnan harrastamisen lisäävän kipuja. Tämän seurauksena heidän fyysinen suorituskyky on heikompi

verrattuna terveisiin. Tämä tutkimus kuitenkin osoittaa, että fibromyalgiaa sairastavat ikääntyvät naiset kykenevät kivusta huolimatta saavuttamaan voimaharjoittelulla samat vaikutukset terveyteen ja toimintakykyyn kuin terveet. Voima- ja voima-kestävyys harjoittelua voidaan suositella fibromyalgiaa sairastaville ikääntyville naisille voiman ja toimintakykyisyyden parantamiseksi sekä kipujen lievittämiseksi.

LÄHTEET

Adams N, Sim J. 1998. An overview of fibromyalgia syndrome. Mechanisms, differential diagnosis and treatment approaches. *Physiotherapy* 84(7), 304-318.

Balabinis CP, Psarakis CH, Moukas M, Vassiliou MP, Behrakis PK. 2003. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17(2), 393-401.

Bell GJ, Syrotuik D, Martin TP, Burnham R, Quinney HA. 2000. Effect on concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European Journal of Applied Physiology* 81, 418-427.

Bird HA, Dixon JS. 1987. The measurement of pain. *Clinical Rheumatology* 1, 71-86.

Borman P, Celiker R, Hascelik Z. 1999. Muscle performance in fibromyalgia syndrome. *Rheumatology International* 19, 27-30.

Buchwald D, Garrity D. 1994. Comparison of patients with chronic fatigue syndrome, fibromyalgia, and multiple chemical sensitivities. *Archives of Internal Medicine* 154, 2049-2053.

Buckelew SP, Conway R, Parker J, Deuser WE, Read J, Witty TE, Hewett JE, Minor M, Johnson JC, van Male L, McIntosh MJ, Nigh M, Kay DR. 1998. Biofeedback/relaxation training and exercise interventions for fibromyalgia: A prospective trial. *Arthritis Care and Research* 11(3), 196-209.

Clark SR, Jones KD, Burckhardt CS, Bennett RM. 2001. Exercise for patients with fibromyalgia: Risks versus benefits. *Current Rheumatology Reports* 3, 135-146.

Clauw DJ, Chrousos GP. 1997. Chronic pain and fatigue syndromes: Overlapping clinical and neuroendocrine features and potential pathogenic mechanisms. *Neuroimmunomodulation* 4, 134-153.

Cress ME, Buchner DM, Questad KA, Esselman PC, deLateur BJ, Schwartz RS. 1999. Exercise: Effects on physical functional performance in independent older adults. *Journal of Gerontology* 54A(5), M242-M248.

Elert JE, Rantapää-Dahlqvist SB, Henriksson-Larsén K, Lorentzon R, Gerdlé BUC. 1992. Muscle performance, electromyography and fibre type composition in fibromyalgia and work-related myalgia. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 21(1), 28-34.

Fleck SJ, Kraemer WJ. 1997. *Designing resistance training programs*. 2. painos. Human kinetics. USA.

Garfinkel S, Cafarelli E. 1992. Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional area after isometric training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24(11), 1220-1227.

Geel SE. 1994. The fibromyalgia syndrome: Musculoskeletal pathophysiology. *Seminars in Arthritis and Rheumatism* 23(5), 347-353.

Geel SE, Robergs RA. 2002. The effect of graded resistance exercise on fibromyalgia symptoms and muscle bioenergetics: A pilot study. *Arthritis Care and Research* 47, 82-86.

Gowans SE, deHueck A, Voss S, Richardson M. 1999. A randomized, controlled trial of exercise and education for individuals with fibromyalgia. *Arthritis Care and Research* 12(2), 519-529.

Hannonen P. 1995. Fibromyalgiapotilaan hoito. *Duodecim* 111(11), 1051-1057.

Hannonen P. 2000. Fibromyalgian hoito. *Tabu* 4, 9-13.

Helman, C.G. 1994. *Culture, health and illness: an introduction for health professionals*. 3. painos. Butherworth-Heineman. Lontoo.

Henriksson C. 1995. Living with fibromyalgia. A study of consequences for daily activities. Linköping University Medical Dissertation No 445. Linköping.

Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, Disselhorst-Klug C, Hägg G. 1999. European recommendations for surface electromyography. Results of the SENIAM project. Roessingh Research and Development.

Hruda KV, Hicks AL, McCartney N. 2003. Training for muscle power in older adults: effects on functional abilities. *Canadian Journal of Applied Physiology* 28(2), 178-189.

Häkkinen K, Alen M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ. 2000b. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *European Journal of Applied Physiology* 83, 51-62.

Häkkinen K, Alen M, Kraemer WJ, Gorostiaga E, Izquierdo M, Ruusko H, Mikkola J, Häkkinen A, Valkeinen H, Kaarakainen E, Romu S, Erola V, Ahtiainen J, Paavolainen L. 2003. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology* 89(1), 42-52.

Häkkinen A, Häkkinen K, Hannonen P, Alen M. 2000a. Force production capacity and acute neuromuscular responses to fatigue loading in women with fibromyalgia are not different from those of healthy women. *The Journal of Rheumatology* 27, 1277-1282.

Häkkinen A, Häkkinen K, Hannonen P, Alen M. 2001b. Strength training induced adaptations in neuromuscular function of premenopausal women with fibromyalgia: comparison with healthy women. *Annals of Rheumatic Diseases* 60(1), 21-26.

Häkkinen K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi. Gummerus kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Häkkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. 2001a. Changes in electromyographic activity, muscle fiber and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand* 171, 51-62.

Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M. 2001c. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology* 91(2), 569-580.

Jacobsen S. 1994. Chronic widespread musculoskeletal pain – The fibromyalgia syndrome. *Danish Medical Bulletin* 41(5), 541-564.

Jacobsen S, Danneskiold-Samsoe B. 1987. Isometric and isokinetic muscle strength in patients with fibrositis syndrome. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 16, 61-65.

Jones KM, Burckhardt CS, Clark SR, Bennett RM, Potempa KM. 2002. A Randomized controlled trial of muscle strengthening versus flexibility training in fibromyalgia. *The Journal of Rheumatology* 29(5), 1041-1048.

Jubrias SA, Bennett RM, Klug GA. 1994. Increased incidence of a resonance in the phosphodiester region of ³¹P nuclear magnetic resonance spectra in the skeletal muscle of fibromyalgia patients. *Arthritis & Rheumatism* 37(6), 801-807.

Kalso E, Vainio A. 1993. Kipu. Duodecim. Vammalan kirjapaino Oy.

Kuusinen, K-L. 1993. Terveyspsykologia. WSOY. Helsinki.

Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, Fozard JL, Fleg JL, Hurley BF. 2000. Age and gender responses to strength training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(8), 1505-1512.

Leslie M. 1999. Fibromyalgia syndrome: A comprehensive approach to identification and management. *Clinical Excellence for Nurse Practitioners* 3(3), 165-171.

Leveritt M, Abernethy PJ, Barry B, Logan PA. 2003. Concurrent strength and endurance training: The influence of dependent variable selection. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17(3), 503-508.

Lindh MH, Johansson GA, Hedberg M, Grimby GL. 1994. Studies on maximal voluntary muscle contraction in patients with fibromyalgia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 75, 1217-1222.

Lund E, Kendal SA, Janerot-Sjöberg B, Bengtsson A. 2003. Muscle metabolism in fibromyalgia studied by P-31 magnetic resonance spectroscopy during aerobic and anaerobic exercise. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 32, 138-145.

Maquet D, Croisier J-L, Renard C, Crielaard J-M. 2002. Muscle performance in patients with fibromyalgia. *Joint Bone Spine* 69, 293-299.

Martin L, Nutting A, Macintosh BR, Edworthy SM, Butterwick D, Cook J. 1996. An exercise program in the treatment of fibromyalgia. *The Journal of Rheumatology* 23(6), 1050-1053.

McArdle WD, Katch FI, Katch VI. 1996. *Exercise physiology. Energy, nutrition, and human performance.* 4. painos. Williams & Wilkins. USA.

McArdle WD, Katch FI, Katch VI. 2001. *Exercise physiology. Energy, nutrition, and human performance.* 5. painos. Williams & Wilkins. USA.

McBride JM, Blaak JB, Triplett-McBride T. 2003. Effect of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. *European Journal of Applied Physiology* 90, 626-632.

McCarthy JP, Agre JC, Graf BK, Pozniak MA, Vailas AC. 1995. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(3), 429-436.

Mengshoel AM, Forre O, Komnaes HB. 1990. Muscle strength and aerobic capacity in primary fibromyalgia. *Clinical and Experimental Rheumatology* 8, 475-479.

Mikkelsen M, Salminen JJ. 1995. Fibromyalgia – monimuotoinen kipuoireyhtymä. *Suomen lääkärilehti* 50(28), 2917-2922.

Miller T, Allen GA, Gandevia SC. 1996. Muscle force, perceived effort, and voluntary activation of the elbow flexors assessed with sensitive twitch interpolation in fibromyalgia. *Journal Of Rheumatology* 23(9), 1621-1627.

Morganti CM, Nelson ME, Fiatarone MA, Dallal GE, Economos CD, Crawford BM, Evans WJ. 1995. Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(6), 906-912.

Mäkelä M, Heliövaara M. 1991. Prevalence of primary fibromyalgia in the Finnish population. *British Medical Journal* 303, 216-219.

Narici MV, Roi GS, Landoni L, Minetti AE, Cerretelli P. 1989. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European Journal of Applied Physiology* 59, 310-319.

Nielens H, Boisset V, Masquelier E. 2000. Fitness and perceived exertion in patients with fibromyalgia syndrome. *The Clinical Journal of Pain* 16(3), 209-213.

Norregaard J, Bülow PM, Danneskiold-Samsoe B. 1994a. Muscle strength, voluntary activation, twitch properties, and endurance in patients with fibromyalgia. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 57, 1106-1111.

Norregaard J, Bülow PM, Lykkegaard JJ, Mehlsen J, Danneskiold-Samsøe B. 1997. Muscle strength, working capacity and effort in patients with fibromyalgia. *Scandinavian Journal of Rehabilitation and Medicine* 29(2), 97-102.

Norregaard J, Bülow PM, Mehlsen J, Danneskiold-Samsøe B. 1994b. Biomechanical changes in relation to maximal exercise test in patients with fibromyalgia. *Clinical Physiology* 14, 159-167.

Norregaard J, Bülow PM, Vestergaard-Poulsen P, Thomsen C, Danneskiold-Samsøe B. 1995. Muscle strength, voluntary activation and cross-sectional area in patients with fibromyalgia. *British Journal of Rheumatology* 34(10), 925-931.

Olsen NJ, Park JH. 1998. Skeletal muscle abnormalities in patients with fibromyalgia. *The American Journal of The Medical Sciences* 315(6), 351-358.

Park JH, Nierman KJ, Olsen NJ. 2000. Evidence for metabolic abnormalities in the muscles of patients with fibromyalgia. *Current Rheumatology Reports* 2, 131-140.

Pöyhönen T, Sipilä S, Keskinen KL, Hautala A, Savolainen J, Mälkiä E. 2002. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(12), 2103-2109.

Rooks DS, Silverman CB, Kantrowitz FG. 2002. The effects of progressive strength training and aerobic exercise on muscle strength and cardiovascular fitness in women with fibromyalgia: A Pilot study. *Arthritis Care and Research* 47, 22-28.

Sakari-Rantala R. 2003. Iäkkäiden ihmisten liikunta- ja kuntosaliharjoittelu: iäkkäiden ihmisten terveystuettujen tutkimustyö tuotteistuksen tukena –hanke.

Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö. Jyväskylä.

Saltskår Jentoft E, Grimstvedt Kvalvik A, Mengshoel AM. 2001. Effects of pool-based and land-based aerobic exercise on women with fibromyalgia/chronic widespread muscle pain. *Arthritis Care and Research* 45(1), 42-47.

Sandstrom MJ, Keefe FJ. 1998. Self-management of fibromyalgia: The role of formal coping skills training and physical exercise training programs. *Arthritis Care and Research* 11(6), 432-447.

Schaefer KM. 1997. Health patterns of women with fibromyalgia. *Journal of Advanced Nursing* 26, 565-571.

Schilcht J, Camaione DN, Owen SV. 2001. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *Journal of Gerontology* 56A(5), M281-M286.

Sietsema KE, Cooper DM, Caro X, Leibling MR, Louie JS. 1993. Oxygen uptake during exercise in patients with primary fibromyalgia syndrome. *Journal of Rheumatology* 20(5), 860-865.

Sim J, Adams N. 2002. Systematic review of randomized controlled trials of nonpharmacological interventions for fibromyalgia. *The Clinical Journal of Pain* 18, 324-336.

Simms RW. 1996a. Fibromyalgia syndrome: Current concepts in pathophysiology, clinical features, and management. *Arthritis Care and Research* 9(4), 315-328.

Simms RW. 1996b. Is there muscle pathology in fibromyalgia syndrome? *Arthritis Care and Research*, 245-266.

Simms RW. 1998. Fibromyalgia is not a muscle disorder. *The American Journal of The Medical Sciences* 315(6), 346-350.

Simms RW, Roy SH, Hrovat M, Anderson JJ, Skrinar G, LePoole SR, Zerbini CAF, Deluca C, Jolesz F. 1994. Lack of association between fibromyalgia syndrome and abnormalities in muscle energy metabolism. *Arthritis & Rheumatism* 37(6), 794-800.

Valkeinen H, Alen M, Hannonen P, Häkkinen A, Airaksinen O, Häkkinen K. 2004. Changes in knee extension and flexion force, EMG and functional capacity during strength training in older females with fibromyalgia and healthy controls. *Rheumatology* 43(2), 225-228.

VanSanten M, Bolwijn P, Landewe R, Verstappen F, Bakker C, Hidding A, van der Heijde D, Houben H, van der Linden S. 2002. High or low intensity aerobic fitness training in fibromyalgia: Does it matter?. *Journal of Rheumatology* 29(3), 582-587.

Viitanen JV, Kautiainen H, Isomäki H. 1993. Pain intensity in patients with fibromyalgia and rheumatoid arthritis. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 22, 131-135.

Wade DT. 1992. *Measurement in neurological rehabilitation*. Oxford medical publications. Oxford.

Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL, Tugwell P, Campbell SM, Abeles M, Clark P, Fam AG, Farber SJ, Fiechtner JJ, Franklin CM, Gatter RA, Hamaty D, Lessard J, Lichtbroun AS, Masi AT, McCain GA, Reynolds WJ, Romano TJ, Russell IJ, Sheon RP. 1990. The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia. Report of the multicenter criteria committee. *Arthritis & Rheumatism* 33(2), 160-172.

Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favaloro-Sabatier J, Sabatier M, Lee CM, Johnson LG, Hooper PF. 2001. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33(10), 1751-1758.