

VAIHDEVUOSI-IKÄISTEN NAISTEN RAVITSEMUSTILAN YHTEYS LIHAKSEN KOKOON JA KOOSTUMUKSEEN

Riitta Roivas

Gerontologian ja kansanterveyden
pro gradu -tutkielma
Kevät 2014
Terveystieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Riitta Roivas (2014). Vaihdevuosi-ikäisten naisten ravitsemustilan yhteys lihaksen kokoon ja koostumukseen. Terveystieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma, 55 sivua.

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää ravintoaineiden yhteyttä lihaksen kokoon ja koostumukseen vaihdevuosi-ikäisillä naiskaksosilla sekä ravintoaineiden saantia verrattuna suomalaisiin ravitsemussuosituksiin.

Tutkielma on osa SAWEs -tutkimusaineistoa. Tutkittavina oli yhteensä 15 identtistä kaksosisarparia, iältään 54–62-vuotiaita. Kaksossisaret erosivat toisistaan hormonikorvaushoidon suhteen. Toinen sisarista oli käyttänyt hormonikorvaushoitoa keskimäärin 6.9 vuotta ja toinen ei ollut käyttänyt hormonikorvaushoitoa ollenkaan. Reisilihaksen koko ja koostumus arvioitiin tietokonetomografian avulla. Kuvista laskettiin reiden lihasten suhteellinen osuus reiden poikkipinta-alasta, reisilihasten poikkipinta-ala, lihaskudoksen tiheys sekä lihasaition sisään kertyneen rasva-alueen poikkipinta-ala. Tutkittavien ravitsemusta selvitettiin ruokapäiväkirjan avulla. Liikunta-aktiivisuus kysyttiin kyselylomakkeella ja vastausten perusteella tutkittavat jaettiin kolmeen liikunta-aktiivisuus luokkaan: vähän liikkuvat, kohtuullisesti liikkuvat, aktiivisesti liikkuvat. Ravintoaineiden saantia verrattiin koko ryhmässä suositukseen kunkin ravintoaineen osalta yhden otoksen t-testillä. Lihasmuuttujien ja ravintoaineiden keskinäistä yhteyttä testattiin lineaarisella regressioanalyysillä hormonin käyttö ja aika viimeisistä kuukautisista vakioituna.

Tutkittavien vuorokautinen ravintoaineiden saanti jäi alle suositusarvojen (alarajan) D-vitamiinin osalta keskimäärin 3.5 µg ($p < 0.001$), foolihapon osalta keskimäärin 40,8 mg ($p < 0.001$) ja proteiinien osalta 0,1 g/painokilo ($p < 0.05$). Kohtalaisesti ja aktiivisesti liikkuvat saivat energiaa liian vähän viitearvoon verrattuna ($p < 0.001$). Vähän liikkuvat saivat liikaa energiaa viitearvoon verrattuna ($p = 0.04$). Proteiinien saanti oli positiivisesti yhteydessä lihasten suhteelliseen osuuteen reiden poikkipinta-alasta ($p < 0.01$) ja negatiivisessa yhteydessä lihasaition rasva-alueen pinta-alaan ($p < 0.01$), kun hormonin käyttö ja aika viimeisistä kuukautisista vakioitiin.

Tässä tutkielmassa havaittiin ravintoaineiden saannissa sama ilmiö kuin kansallisissa ravintoaineselvityksissä. Tärkeät ravintoaineet jäävät alle suositusarvojen ja energian saanti ei vastaa kulutusta. Riittävä proteiinien saanti on tärkeää reisilihaksen koon ja suotuisan koostumukseen säilymisessä vaihdevuosi-ikäisillä naisilla.

Asiasanat: ravitsemus, lihas, vaihdevuosi

ABSTRACT

Riitta Roivas (2014) The association of nutrition to muscle size and composition in menopausal women. Department of Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in gerontology and public health, 55 pages.

The purpose of this study was to investigate the relations of nutrients to the muscle size and composition in menopausal female twin pairs and the nutrients intake compared to the Finnish recommendations.

The study is a part of the SAWEs - survey data. The subjects consisted of a total of 15 MZ-female twin pairs aged between 54–62 years. Twin pairs differed from each other in terms of hormone replacement therapy. One co-twin had used hormone replacement therapy for an average of 6.9-years, and the other co-twin had not used hormone replacement therapy at all. Thigh muscle mass and composition were analyzed by computed tomography. From scans relative proportion of muscle within the whole thigh cross-sectional area, muscle area, muscle attenuation and muscle compartment fat area were calculated. Daily energy and nutrient intake were assessed by food record diaries. Physical activity was assessed by a questionnaire. Subjects were divided into three physical activity categories: sedentary, moderately active and physically active. Daily energy intake was tested against recommendations in each group with one sample t-test. The intake of each nutrient substance of all participants were tested against the official recommendations with one sample t-test. Muscle variables and the connection between nutrients were tested using a linear regression analysis hormone use and the times since last period as a covariant.

Daily nutrient intake was below the recommended values of vitamin D for an average of 3.5 g ($p < 0.001$), folic acid for an average of 40.8 mg ($p < 0.001$) and for the proteins 0.1 g / kg body weight ($p < 0.05$). Moderately active and physically active participants got too little energy compared to the reference value ($p < 0.001$). Sedentary participants got too much energy compared to the reference value ($p = 0.04$). Proteins intake was positively related to relative proportion of muscle within the whole thigh cross-sectional area ($p < 0.01$) and negatively related to the muscle compartment fat area ($p < 0.01$) when hormone use and the time of the last menstrual adjusted.

In this study the same phenomenon was detected as in the national nutrition surveys. Essential nutrients were below the recommended values and energy intake was not equivalent to consumption. An adequate proteins intake is important to the thigh muscle size and composition of women to maintain a beneficial menopausal.

keywords:., nutrition, muscle, the menopause

1	JOHDANTO	1
2	RAVITSEMUSSUOSITUKSET IKÄÄNTYVILLE.....	3
2.1	Ravintoaineiden yhteys lihaksen kokoon ja koostumukseen	7
2.2	Ravitsemuksen arvioinnissa käytettäviä mittareita.....	9
3	LUURANKOLIHAS JA IKÄÄNTYMINEN	11
3.1	Luurankolihasen koostumus, rakenne ja toiminta.....	11
3.2	Ikääntymisen vaikutus lihaksen kokoon ja koostumukseen.....	13
3.3	Lihaksen koostumuksen mittaus	15
4	IKÄÄNTYVÄN NAISEN HORMONITOIMINTA JA VAIHDEVUODET	17
4.1	Vaihdevuosien vaikutus lihaksen koostumukseen ja voimaan	18
4.2	Hormonikorvaushoitomuodot ja hoidonvaikutus lihakseen.....	20
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	23
6	TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT.....	24
6.1	Tutkimusaineisto.....	24
6.2	Mittausmenetelmät	24
6.3	Tilastolliset analyysimenetelmät.....	25
7	TULOKSET	27
7.1	Tutkittavien kuvailu	27
7.2	Ravintoaineiden saanti	28
7.3	Energia- ja ravintoaineiden saanti suhteessa suosituksiin.....	30
7.4	Ravintoaineiden yhteys lihaksen kokoon ja koostumukseen	32
8	POHDINTA.....	35
9	LÄHTEET.....	40

1 JOHDANTO

Lihasten koossa, koostumuksessa ja voimassa tapahtuu ikääntymisestä johtuvia muutoksia. Tällaisia fysiologisia muutoksia ovat vesipitoisuuden pieneneminen elimistössä, proteiinisynteesin väheneminen, sokeriaineenvaihdunnan hidastuminen, rasvakudoksen suhteellisen osuuden kasvu ja kehon rasvattoman massan väheneminen (Maltais ym. 2009). Lihasmassan väheneminen johtuu lihasolujen koon ja määrän pienenemisestä (Snijders ym 2009; Korpela ym. 2011; Messier ym. 2011). Eräs muutoksen aiheuttaja, joka naisilla vaikuttaa lihaksen koostumukseen ja voimaan, on vaihdevuosien aikainen estrogeenihormonin määrän vaihtelu (Maltais ym. 2009). Estrogeenihormonin vähenemisen lisäksi ravitsemustilassa tapahtuvat muutokset aiheuttavat lihaskatoa eli sarkopeniaa (Mithal ym. 2013). Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan todeta, että lihaskatoa on mahdollista ehkäistä jossain määrin hormonikorvaushoidolla, ravitsemuksellisilla keinoilla sekä liikunta-aktiivisuutta ylläpitämällä.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta on julkaissut vuonna 2014 uudet suomalaiset ravitsemussuositukset koko väestölle. Vähän iäkkäämmille valtion ravitsemusneuvottelukunta on julkaissut omat suosituksensa vuonna 2010, jossa painotetaan ravitsemuksen oikeaoppisuutta suhteessa ikääntyvän toimintakykyyn ja sairauksiin. Ravinnolla ja sen terveellisyydellä on tutkimusten mukaan myönteinen vaikutus ikääntyvien toimintakykyyn ja elämänlaatuun (Ravitsemussuositukset ikääntyneille 2010, 8). Hyvän ravitsemustilan merkityksestä lihasvoiman, muistin ja kognitiivisen toimintakyvyn ylläpitämiseen on näyttöä. Oikeaoppinen ravinto nopeuttaa sairauksista toipumista ja vähentää terveydenhuollon kustannuksia. Vaikka ikääntymiseen liittyvien fysiologisten muutosten ja sairauksien seurauksena muun muassa liikkuminen vähenee, perusaineenvaihdunnantaso laskee, energiantarve pienenee ja ruokahalu heikkenee, ei se vähennä useimpien ravintoaineiden tarvetta vaan ravintoaineiden tarve säilyy samana tai voi jopa lisääntyä (Morley 2008; Morley ym. 2010). Tällöin on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota ruoan laatuun. Riittävä energian, proteiinien, kalsiumin ja D-vitamiinin saanti ruokavaliosta edesauttaa lihaksen koon, koostumuksen ja voiman säilyttämistä myös iäkkäänä.

WHO (1996, 12–13) on määritellyt luonnollisen vaihdevuoden eli menopaussin tarkoittamaan tilaa, jossa naisen oma hormonituotanto saa aikaan viimeiset kuukautiset. Kuukautisten pysyvä loppuminen tiedetään vasta, kun kuukautiset ovat olleet poissa 12 kuukautta. Estrogeeni ja progesteroni eli keltarauhashormoni ovat tärkeitä naissukupuolihormoneja. Näitä sukupuolihormoneja syntyy pääasiassa naisen munasarjoissa. Lisäksi estrogeenia syntyy rasvakudoksis-

sa (Javanainen 2007c). Estrogeeneista tärkein ja biologisesti aktiivisin on estradioli. Muita estrogeeneja ovat estroni ja estrioli. Estrogeenintason lasku johtuu munasarjojen toiminnan hiipumisesta ja lopulta niiden toiminnan lakkaamisesta, jolloin estrogeenin tuotanto loppuu. Sukupuolihormonien väheneminen nopeuttaa elimistön vanhenemista ja vaikuttaa lihaksiston kokoon ja koostumukseen. Täyttä selvyyttä ei vielä ole kuinka sukupuolihormonien biologiset mekanismit vaikuttavat lihaksen massaa ja toimintaa heikentävästi (Sipilä ym. 2013). Tyypillisimmän oireet, joita estrogeenin väheneminen voi aiheuttavaa ovat kuumat aallot, yöaikainen hikoilu ja mielialassa tapahtuvat muutokset. Näitä oireita voidaan hoitaa hormonikorvaushoidolla. Hoidolla näyttäisi olevan vaikutusta myös lihaksen kokoon, koostumukseen ja voimaan (Maltais ym. 2009). Hoito kuitenkin saattaa altistaa pitkään käytettynä esimerkiksi rintasyövälle.

Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää, onko ravitsemuksella yhteyttä lihaksen kokoon ja koostumukseen vaihdevuosi-ikäisillä identtisillä kaksossisarpareilla sekä saavatko sisaret ravintoaineita valtion ravitsemusneuvottelukunnan suositusten mukaisesti ja jos eivät saa, poikkeako ravintoaineiden saanti sisarusten välillä.

2 RAVITSEMUSSUOSITUKSET IKÄÄNTYVILLE

Väestön ikääntyessä tarvitaan enemmän tietoa ravitsemuksesta ja ravitsemuksellisista tarpeista (Chernoff 2005). Ikääntymisen myötä ravitsemusongelmien riski kasvaa. Perusaineenvaihdunta hidastuu ja fyysinen aktiivisuus vähenee, jolloin kehon energiantarve pienenee. Ensimmäiset suomalaiset ravintosuositukset julkaistiin vasta vuonna 1987, kun Yhdysvalloissa terveelle väestölle annettiin suosituksia jo vuonna 1941. Valtion ravitsemusneuvottelukunta on julkaissut vuonna 2014 uudet suomalaiset ravitsemussuositukset, jotka pohjautuvat pohjoismaisiin ravitsemussuosituksiin (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 5). Suositusten tavoitteena on vaikuttaa kansanterveyteen ja näin parantaa kansalaisten terveyttä. Suosituksissa on huomioitu koko väestön ravintoaineiden ja ruuan tarve. Suositukset ottavat huomioon eri yksilöiden väliset ravintoainetarpeiden vaihtelut. Lisäksi uudet suositukset nostavat esille terveyden ja ruokavalion välisen yhteyden (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 5, 8–9, 10). Uusissa suosituksissa D-vitamiinin, seleenin sekä rasvojen ja hiilihydraattien suositusarvoja muutettiin. D-vitamiinin ja seleenin saantisuosituksia nostettiin. Rasvojen osuuden ylärajaa nostettiin päivittäisestä energiansaannista ja hiilihydraattien vaihteluvälin alarajaa laskettiin (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 10).

Vuonna 2010 valtion ravitsemusneuvottelukunta julkaisi ensimmäiset valtakunnalliset ravintosuositukset yli 60-vuotiaille. Suosituksessa painotetaan ravitsemuksen oikeaoppisuutta suhteessa ikääntyneen toimintakykyyn ja sairauksiin. Suosituksessa otetaan kantaa myös ateriarhythmin säännöllisyyteen. Varsinkin vanhemmissa ikäryhmissä on tärkeää, että ruokailu tapahtuu useamman kerran päivässä. Ikääntyneellä ruokahalu voi olla huono eikä hän jaksakaan kerralla syödä suuria annoksia. Heikentynyt syöminen voi johtaa tahattomaan painonlaskuun ja aiheuttaa vajaaravitsemusta (Ravitsemussuositukset ikääntyneille 2010, 5–15).

Sosiaali- ja terveysministeriön esityksen mukaan ravitsemuksellinen tilanne tulee arvioida säännöllisesti käyttäen siihen soveltuvia mittareita ja menetelmiä. Mikäli havaitaan puutteita ravinnon saannissa, tulee niihin puuttua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa (Terveyttä edistävän liikunnan ja ravinnon kehittämislinjoista 2008, 13).

Ravitsemuksessa tulee huomioida riittävä energian, proteiinien, ravintoaineiden, kuidun ja nesteiden saanti. Valtion ravitsemusneuvottelukunta on laatinut energian saantia varten saan-

tisuositusarvot, joissa on huomioitu perusaineenvaihdunta ja fyysinen aktiivisuus (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Energian ja energiaravintoaineiden saantisuositukset. Energian saannin viitearvot 31–60-vuotiailla naisilla. Proteiinien suositus painokiloa kohti 18–64-vuotiaille (muokailtu suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 46–47)

	Energia, kcal	HHydraatit, E% ⁴	Proteiinit, g	Rasvat, E%
PAV ¹	1313.7			
PAL ²	2101.8			
PAL ³	2364.6			
		45 - 60	1.1 - 1.3	25 - 40

PAV¹ = perusaineenvaihdunta, ei liikkuvat.

PAL = fyysisen aktiivisuuden taso; kohtuullisesti liikkuvat², aktiivisesti liikkuvat³

E% = energiaprosentti⁴

Perusaineenvaihdunta vaihtelee sukupuolen, iän ja painon mukaan. Kohtuullisesti liikuntaa harrastavilla naisilla keskimääräinen energiantarve on suomalaisten ravitsemussuositusten mukaan 2101.8 kcal (8.8 MJ) ja aktiivisesti liikuntaa harrastavilla naisilla keskimääräinen energian tarve on 2364.8 kcal (9.9 MJ). Suominen ym. (2012) kuitenkin toteavat, että päivittäinen energian saanti ruoasta tulisi olla vähintään 1500 kcal (6.5 MJ). Tällä kalorimäärällä pystytään turvaamaan useampien ravintoaineiden saanti terveillä ihmisillä. Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL) selvittää 5 vuoden välein 25–74-vuotiaiden suomalaisten ruoankäyttöä ja ravinnonsaantia Finravinto tutkimuksessa (taulukko 2). Uusimman tutkimuksen mukaan työikäisten 25–64-vuotiaiden naisten päivittäinen keskimääräinen energian saanti oli 1744 kcal (7.3 MJ) ja ikääntyvien 65–74-vuotiaiden naisten 1481 kcal (6.2 MJ). Pelkästään riittävä energian saanti ei välttämättä takaa hyvää ravitsemustilaa vaan tärkeää on myös kiinnittää huomiota ruoan laatuun, jotta se olisi ravintoaineiden osalta hyvää.

TAULUKKO 2. Ravintoaineiden päivittäinen saanti naisilla ikäryhmittäin Finravinto 2012-tutkimuksen mukaan (mukailtu Finravinto 2012 -tutkimus 2013, 49, 68, 81)

Ravintoaine	25–64-vuotiaat	65–74-vuotiaat
Energia, kcal	1744 (7.3 MJ)	1481 (6.2MJ)
Proteiinit, g	72	62
Hiilihydraatit, g	186	166
Rasva, g	71	57
D-vit, µg	8.7	8.7
E-vit, mg	9.7	8.5
Folaatti, µg	234	219
B ₁₂ -vit, µg	5.0	5.1
B ₁ -vit, mg	1.1	1.0
B ₂ -vit, mg	1.7	1.5
B ₃ -vit, mg	29	26
B ₆ -vit, mg	1.6	1.5
C-vit, mg	118	114
A-vit, µg	755	764
Fosfori, mg	1402	1252
Kalsium, mg	1074	921
Natrium, g	2.6	2.2
Kalium,g	3.4	3.2
Magnesium, mg	344	315
Rauta, mg	10.3	9.4
Sinkki, mg	10.2	9.2
Seleen, µg	63	51
Kupari, mg	1.2	1.2
Jodi, µg	190	173

D-vitamiinia suositellaan käytettäväksi Suomessa < 60-vuotiaille 10 µg (400 IU) vuorokaudessa ja > 60-vuotiaille vuorokautinen annos nousee 20 µg (800 IU) vuorokaudessa läpi vuoden. Myös muista kivennäisaineista ja vitamiineista on annettu valtion ravitsemusneuvottelukunnan saantisuositukset (taulukko 3). D-vitamiinin suositusannos päivässä 51–70-vuotiaille on IOM:n (Insitute of Medicine Food and Nutrition Board) mukaan 10 µg. Tätä vanhemmille suositusannoksena pidetään 15 µg (Holick ym. 2008). Amerikan geriatriksen yhdistyksen suosituksen mukaan ikääntyneiden pitäisi saada nykyisin minimissään 25 µg tai jopa 100 µg D-vitamiinia vuorokaudessa (American Geriatrics Society Workgroup on Vitamin D Supplementation for Older Adults 2014).

TAULUKKO 3. Kivennäisaineiden ja vitamiinien saantisuosituksat 31–60-vuotiaalle (mukailtu suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 49–50)

Kivennäisaineet		Vitamiinit	
Kalsium, mg	800	A, RE ¹	700
Fosfori, mg	600	B ₁₂ , µg	2
Magnesium, mg	280	B ₁ , mg	1.1
Rauta, mg	9	B ₂ , mg	1.2
Sinkki, mg	7	B ₃ , NE ²	14
Seleen, µg	50	B ₆ , mg	1.2
Kalium, g	3.1	C, mg	75
Kupari, mg	0.9	D, µg	10
Jodi, µg	150	E, α-TE ³	8
Natrium, g	2	Folaatti, µg	300

¹Retinoekvivalentti (RE)= 1 µg = 12 µg β-karoteenia.

²Niasiiniekvivalentti (NE) = 1 mg niasiinia = 60 mg tryptofaania

³α-tokoferoliekvivalentti (α-TE) = 1 mg RRR α-tokoferolia.

Vitamiineista A-, D-, E- ja K-vitamiinit ovat rasvaliukoisia. Ne kertyvät elimistöön, jos niitä saadaan liikaa ravinnosta, erityisvalmisteista tai täydennetyistä elintarvikkeista. B-ryhmän vitamiinit ja C-vitamiini ovat vesiliukoisia, joten ne erittyvät elimistöstä nopeasti eivätkä niiden varastot näin ollen ole kovin suuret (Aro 2013b). Kivennäisaineilla, kalsiumilla, fosforilla, magnesiumilla, raudalla, sinkillä, seleenillä, kaliumilla, kuparilla, jodilla ja natriumilla turvallisen saannin alue on harvoin yli 5-kertainen verrattuna suositeltuun ja suurimpana pidettyyn turvallisen saannin väliseen eroon. Vitamiinien saannin turvallinen alue on leveämpi ja vitamiinien saannin vaihteluväli voi olla monikymmenkertainen verrattuna kivennäis- ja hivenaineisiin (Aro 2013a; Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 26–30).

Ravitsemussuosituksissa määritellään myös 18–64-vuotiaiden proteiinien tarve, joka valtion ravitsemusneuvottelukunnan suosituksen mukaan on 1.1–1.3 g painokiloa kohti vuorokaudessa. Proteiinien suositus annos nousee 65-vuotiaalle ja sitä vanhemmille 1.2–1.4 g painokiloa kohti vuorokaudessa. Näin ollen 70 kg painavan 64-vuotiaan proteiinien tarve on vuorokaudessa alimmaisella suositusarvolla laskettuna 77 g ja yli 65-vuotiaalla 84 g vuorokaudessa (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 47). Äkillisissä sairauksissa proteiinien tarve voi olla huomattavasti korkeampikin (Ravitsemussuositukset ikääntyneille 2010, 14). Varsinkin välttämättömät aminohapot ovat tärkeitä vaihdevuosi-ikäisten ravitsemuksessa (Maltais ym. 2009). Amerikkalaisissa tutkimuksissa on todettu, että yli 50-vuotiaista naisista 30–41 pro-

senttia saa suositusta vähemmän proteiineja (Kerstetter ym. 2003; Mithal ym. 2013). Fulgoni 3rd (2008) tutkimuksessa tutkittavat saivat proteiineja 7.2 prosenttia alle suositusarvon. Vuoteen 1980 saakka proteiinien suositusannoksena oli yksi gramma painokiloa kohti kaikilla yli 19-vuotiailla aikuisilla. Myös iäkkäille suositus annos oli sama. Vuoden 1980 jälkeen päivittäinen suositusannos laskettiin 0.8 g:aan, vaikka useat tutkimukset olivat osoittaneet, että suuremmat määrät proteiineja on iäkkäille höydyksi (Gaffney-Stomberg ym. 2009).

Finravinto 2012 -tutkimuksessa 25–74-vuotiaiden suomalaisten energiaan suhteutettu raudan ja foolihapon saanti jäi työikäisillä 25–64-vuotiailla naisilla alle suositusten. Ikääntyvien 65–74-vuotiaiden naisten D-vitamiinin ja foolihapon saanti ruokavaliosta oli niukkaa. Proteiineja työikäiset naiset saivat ravinnosta 72 g, kun taas ikääntyvät naiset saivat 62 g (Finravinto 2012 -tutkimus 2013, 49, 102).

2.1 Ravintoaineiden yhteys lihaksen kokoon ja koostumukseen

Kalsiumin, D-vitamiinin, magnesiumin ja fosforin puutos on yhdistetty toimintakyvyn alenemiseen, varsinkin alaraajojen fyysiseen suorituskvyn heikkenemiseen (Sharkey ym.2012). Sekä proteiinien ja D-vitamiinin saannin vajavuudella että lihasten käyttämättömyydellä tiedetään olevan vaikutusta lihaskunnon ylläpidolle ja kasvulle (Houston ym. 2008; Kerstetter ym. 2003; Mithal ym. 2013). Houstonin ym. (2008) tutkimuksessa todettiin, että tutkittavat, jotka söivät proteiineja 1.1 g painokiloa kohti, menettivät 40 prosenttia vähemmän koko kehon ja raajojen rasvattomasta massasta kolmen vuoden seurannassa verrattuna tutkittaviin, joiden proteiinien saanti oli 0.7 g painokiloa kohti. Tutkimustuloksiin perustuen on esitetty, että proteiinien suositusannosta nostettaisiin iäkkäillä 1.2 g:aan painokiloa kohti päivässä. Tämä määrä turvaisi iäkkäillä normaalin kalsiumin aineenvaihdunnan ja tyypen tasapainon, aiheuttamatta kuitenkaan munuaisten toiminnalle haittaa (Gaffney-Stomberg ym. 2009).

Proteiinien päivittäisen annoksen nostamisen lisäksi on myös tehty tutkimuksia, jossa proteiineja annetaan kerta-annoksena isompi määrä. Kerta-annosta, joka oli 80 prosenttia koko päivän proteiinien määrästä, verrattiin tasaisesti päivän aikana annettuihin proteiineihin (Arnal ym. 1999). Arnal ym. (1999) havaitsivat, että kerralla annettu vuorokautinen proteiinien määrä vaikuttaa myönteisesti iäkkäiden kehon koostumukseen, varsinkin rasvattomaan massaan. Kuitenkin kerralla syötävä proteiinien määrän tulisi olla korkeintaan 30 g per ateria. Suuremmilla proteiiniannoksilla ei ole todettu olevan hyötyä lihaksen proteiinisynteesille (Symons

ym. 2009). Kerralla syödyillä proteiineilla oli myös positiivinen vaikutus typpitasapainoon, mikä vaikuttaa suotuisasti proteiinien muodostumiseen (Arnal ym. 1999).

Proteiinit koostuvat aminohapoista. Niistä varsinkin leusiinilla on anabolinen vaikutus lihaksen aineenvaihduntaan (Gaffney-Stomberg ym. 2009; Genaro & Martini 2010) kuten myös insuliininkaltaisella kasvutekijä 1:llä (IGF-1) (Genaro & Martini 2010). IGF-1:n pitoisuudella verenkierrrossa ja lihassolun poikkipinta-alalla on havaittu olevan positiivinen yhteys. Lisääntynyt proteiinien saanti nostaa IGF-1:n pitoisuutta verenkierrrossa (Gaffney-Stomberg ym. 2009).

D-vitamiinia on varastoituneena lihaksissa. D-vitamiinia saadaan ravinnosta ja sitä muodostetaan auringon UVB-valosta ihossa. Jotta D-vitamiinia voidaan käyttää elimistössämme hyödyksi, hydroksyloidaan se maksassa kalsidioliksi. Elimistömme D-vitamiinitilannetta selvittää plasman kalsidiolipitoisuuden avulla (Knight ym. 2010; Miettinen ym. 2013). Munuaiset hydroksyloivat kalsidiolia kalsitrioliksi, joka on D-vitamiinin aktiivimuoto (Aro 2005; Holick ym. 2008; Miettinen ym. 2013).

D-vitamiinilla on niin luuston kuin lihaksiston terveyden kannalta merkitystä sekä oma tehtävänsä kalsiumin tasapainon ylläpitämisessä (Greig 2013; Mathei ym. 2013). Kim ym. (2011) havaitsivat tutkimuksessaan, että D-vitamiini ehkäisee sarkopenian syntyä. Aikuisilla D-vitamiinin puute on yhdistetty II-tyypin lihassolun atrofiaan (Maltai ym. 2009). Kiistanalaisista on onko D3- vai D2-vitamiinilla parempi vaikutus kalsidiolipitoisuuteen. Armas ym. (2004) osoittivat tutkimuksessaan, että D3-vitamiini nostaa ja pitää kalsidiolitason korkeampana, kun taas D2-vitamiinilla he havaitsivat olevan laskeva vaikutus kalsidiolitasaan. Holick ym. (2008) tutkimus osoitti, että D2-vitamiini on yhtä tehokas kuin D3-vitamiini kalsidiolitason suhteen. Tiedetään, että veren korkeampi estrogeenipitoisuus vaikuttaa pienentäväsi kalsidiolipitoisuuteen ja päinvastoin kalsitriolipitoisuuteen. Näin postmenopausaalisilla naisilla on estrogeenin vähenemisen myötä suuremmat kalsidiolipitoisuudet (Miettinen ym. 2013). Hormonikorvaushoidon käytön on todettu nostavan seerumin kalsitriolitasoa postmenopausaalisilla naisilla samalle tasolle kuin premenopausaalisilla naisilla. D3-vitamiinin ja hormonikorvaushoidon käytön yhdistelmähoidolla ei todettu olevan yhtä merkittävää vaikutusta kalsitriolitasoon kuin pelkällä hormonikorvaushoidon käytöllä (Heikkinen ym. 1998).

D-vitamiinireseptori (VDR) on tunnistettu yli kolmestakymmenestä ihmisen kudoksesta, myös luurankolihasesta näitä on löydetty kaksi (Bischoff-Ferrari, 2009; Mathei ym. 2013). Tutkimuksissa on havaittu, että matala kalsitrioli ja matala kalsidioli ovat yhteydessä matalaan lihasvoimaan, tasapainohäiriöihin ja kaatumisiin (Bischoff-Ferrari, 2009).

Alhaisten proteiinien ja D-vitamiinin saantien lisäksi matalat seleeni-, karotenoidi- (Clark & Manini 2012) ja E-vitamiiniarvot on yhdistetty heikompaan lihasvoimaan (Semba ym. 2003; Ble ym. 2006; Clark & Manini 2012). Tarkkaan ei tiedetä, millä mekanismeilla nämä vaikuttavat lihakseen, mutta on ajateltu, että seleenillä, karotenoidilla ja E-vitamiinilla on antioksidatiivinen vaikutus lihakseen. Eli ne suojelevat lihassoluja oksidatiiviselta stressiltä, joka vahingoittaa DNA:ta sekä proteiinien ja rasvojen toimintaa.

2.2 Ravitsemuksen arvioinnissa käytettäviä mittareita

Ravinnon nauttimisen kirjaaminen ylös on yksinkertainen ja helppo tapa selvittää vuorokautisen ruuan määrää ja laatua. Mikäli seuranta tehdään siten, että kirjaamistiedot arkistoidaan, voidaan todeta pitkäaikaiset muutokset. Ravinnon määrän kirjaamiseen voidaan käyttää apuna ruokailun seurantalomaketta, johon merkitään kaikilla aterioilla syödyt ruuat. Lomakkeen avulla voidaan Sarlio-Lähteenkorva ym.(2009) mukaan selvittää jokaisen aterian energian ja proteiinien saanti. Jotta lomaketta voi käyttää oikein, tulee apuna olla annostaulukko, josta selviää kunkin ruokalajin energia- ja proteiinien määrät. Kaikkein helpoin ja yksinkertaisin mittari ravitsemuksen seurantaan on vanhuksen painon seuranta säännöllisin väliajoin. Mikäli painossa tapahtuu muutoksia, tulee tähän kiinnittää nopeasti huomiota ja ottaa muita mittareita seurannan tueksi. Erityistä huomiota tulee kiinnittää, jos paino muuttuu ilman syytä yli kolme kiloa kolmessa kuukaudessa (Salvà ym. 2004).

Tavallisimmin käytettyjä antropometrisiä mittauksia ovat pituuden ja painon mittaus. Mittauksia voidaan tehdä myös olkavarren, pohkeen ja vyötärön ympärysmittauksina sekä ihopoimiumittausta. Vyötärön ympärysmittauksen ihanteellisiksi arvoiksi Suomen sydäntautiliitto (2012) on määrittänyt miehillä alle 94 senttimetriä ja naisilla alle 80 senttimetriä. Vyötärön ympärystä mittaamalla selvitetään vatsaonteloon kertyneen rasvan määrää. Vatsaontelon rasva on yhteydessä lisääntyneeseen sydän- ja verisuonitauteihin sekä tyypin 2 diabetekseen. Kehon painoindeksi (Body Mass Index) määritellään jakamalla paino pituuden neliöllä (Ahmed & Haboubi 2010).

Mini Nutritional Assessment (MNA) ravitsemusarviomittari on tarkoitettu vähän iäkkäämmille virhe- ja aliravitsemusriskin määrittämiseksi. Mittarin avulla voidaan ikääntyneet jakaa kolmeen eri ryhmään: Aliravittu, riski virheravitsemukseen lisääntynyt ja normaali ravitsemustila. MNA-mittari koostuu 18 eri osasta, jotka on ryhmitelty neljään alueeseen: antropometriset mittaukset, yleinen ja ruokavalion arvio sekä omakohtainen arviokehittely (Guigoz ym. 2002; Guigoz 2006).

Nutritional Risk Screening (NRS-2002) -mittari on kehitetty arvioimaan sairaalaan joutuneita potilaita ja lähinnä aikuisia, ei niinkään vanhempia ihmisiä. Mittarin kriteereinä käytetään potilaan ikää, sairauden vaikeusastetta sekä ravitsemustilan arviota. Mittaria käytetään kuitenkin sairaalaan joutuneiden vanhusten ravitsemustilan selvittämiseksi (Nuutinen ym. 2010).

Malnutrition Universal Screenin Tool (MUST) on Nuutisen ym. (2010) mukaan soveltuva käytettäväksi perusterveydenhuollossa, kotisairaanhoidossa, akuutissa hoidossa sekä pitkäaikaishoidossa. Mittari tunnistaa hyvin vajaaravitsemuksen ja sen avulla voidaan ennustaa esimerkiksi sairaalassa hoitopäivien kestoa, kotiutumista ja jopa ennen aikaista kuolleisuutta. Mittarin kriteereinä ovat painoindeksi, tahaton laihtuminen viimeisen 3–6 kuukauden aikana sekä akuutit sairaudet, jotka voivat vaikuttaa henkilön ravinnonsaantiin. Alin painoindeksi-arvo MUST mittarissa on 18.5, jota voidaan pitää liian alhaisena vanhuksille (Kaiser ym. (2010).

3 LUURANKOLIHAS JA IKÄÄNTYMINEN

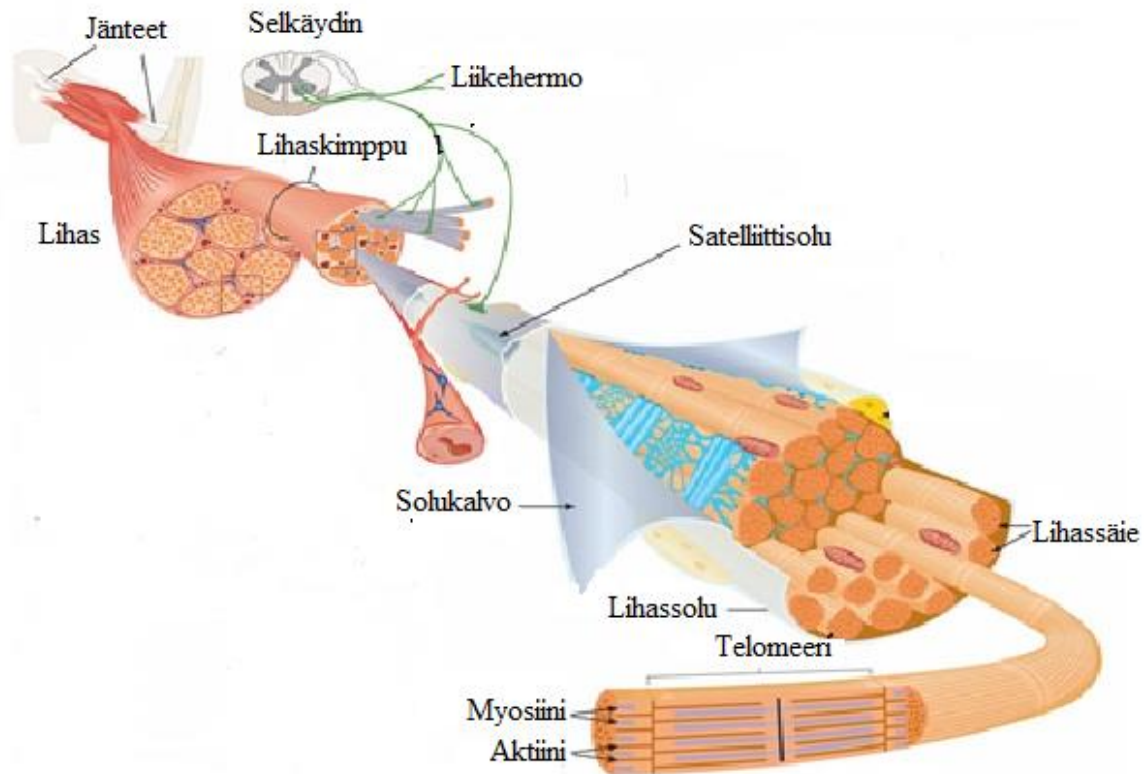
Elimistössä on kolmenlaista lihakudosta, joka voidaan jaotella rakenteen perusteella poikkijuovaiseen luusto- eli luurankolihakseen, sileään lihakseen ja sydänlihakseen (Kauranen 2011, 98). Luurankolihaksisto on suurin yksittäinen kudosisos ihmisessä (Solerte ym. 2008). Rasvattomasta massasta luurankolihasten osuus on 75 prosenttia (Rennie 2005). Kehon rasvattoman massan, joka sisältää kaikki kudokset ilman rasvaa, määrän muutokset nopeutuvat kuudenkymmenen ikävuoden jälkeen. Keho on rasvaisimmillaan 60–74 ikävuoden paikkeilla, jonka jälkeen rasvan määrä alkaa laskea (Kyle ym. 2001).

3.1 Luurankolihaksen koostumus, rakenne ja toiminta

Suurin osa aminohapoista on varastoituneena luurankolihaksissa, ja 50–75 prosenttia elimistön proteiineista sijaitsee luurankolihaksissa (Solerte ym. 2008; Genaro & Martini 2010). Elimistö hyödyntää varastoituneita proteiineja ja aminohappoja muun muassa tuottaessaan vasta-aineita ja valkosoluja (Korpela ym. 2011).

Poikkijuovaisen lihaksen rakenteessa lihassolut ovat pitkittäisiä kimppumaisia rakenteita. Lihassolukimppu muodostuu lihassoluista eli lihassyistä, jotka puolestaan ovat muodostuneet lihassäikeistä. Lihassäikeet muodostuvat lihasfilamenteista. Filamentit muodostavat sarkomeerirakenteen, joka on lihaksen pienin toiminnallinen yksikkö. Lihassäikeet sisältävät useita sarkomeereja peräkkäin, mikä näkyy lihaksessa poikkijuovaisena rakenteena. Sarkomeerin pääproteiinit ovat aktiini ja myosiini, joilla on keskeinen merkitys lihassolun supistumiselle (kuva 1). Muita sarkomeerin proteiineja ovat muun muassa troponiini ja tropomyosiini sekä titiini ja nebuliini. Lihaksen supistuminen tapahtuu sarkomeerissa, jolloin filamentti rakenteet liukuvat limittäin ja lihas supistuu (Babyar & Krasilovsky 2006, 55; Kauranen & Nurkka 2010, 120).

Poikkijuovainen lihas on monitumainen. Poikkijuovaisen lihaksen tumien lisäksi lihassolussa esiintyy myös ns. satelliittisoluja eli kantasoluja. Satelliittisolujen tehtävänä on korjata lihaksessa tapahtuvia pieniä vaurioita, jolloin sidekudoksen syntyminen vauriokohtaan estyy ja lihaksen toiminta säilyy ennallaan. Vanhetessa satelliittisolujen määrä vähenee (Kauranen 2011, 100–101).



KUVA 1. Luurankolihasen rakenne (mukailtu <http://waytobetter.blogspot.fi/>)

Lihassolun tehtävänä on muuttaa kemiallista energiaa liikkeeksi (Thesleff & Salminen, 2003). Poikkijuovaisissa lihassoluissa on sekä nopeita, II-tyypin lihassoluja että hitaita I-tyypin lihassoluja (Messier ym. 2011). Hitaat lihassolut tuottavat energiaa aerobisissa ja nopeat lihassolut anaerobisissa olosuhteissa. Hitaat lihassolut hyödyntävät glukoosia ja niillä on hyvät kestävyysominaisuudet. Energian tuottoon voidaan käyttää myös rasvoja, jos rasitus on pitkäkestoinen. Kun sokerit ja rasvat on käytetty, elimistö alkaa pilkkoa proteiineja energiaksi. Hitaiden lihassolujen tehtävänä on muun muassa ylläpitää asentoa ja niitä esiintyy syvissä lihaksissa (Kauranen & Nurkka 2010, 111; Kauranen 2011, 98). Nopeilla lihassoluilla tuotetaan liikkumiseen ja asennon muuttamiseen tarvittava voima. Lihastyössä käytetään energian lähteenä runsasenergiisiä fosfaattiyhdisteitä, adenosinitrifosfaattia ja kreatiinifosfaattia. Jos lihastyö jatkuu pitkään ja fosfaattivarastot on käytetty loppuun, elimistö hajottaa sokeria adenosinitrifosfaatin tuottamiseksi. Sokerin pilkkoutuessa ilman happea syntyy lihakseen maitohappoa (Thesleff & Salminen 2003; Kauranen & Nurkka 2010, 123–124).

Tahdonalainen lihas tarvitsee supistuakseen käskyn hermostolta. Aivot välittävät liikehermoille näitä käskyjä, joilla lihas saadaan supistumaan (Salminen 2003, 181). Kukin liikehermo jakaantuu päätteestään useaan haaraan ja kiinnittyy lihassoluun hermolihasliitoksen väli-

tyksellä. Liikehermon ja sen hermottamien solujen rakennetta kutsutaan motoriseksi yksiköksi. Kutakin lihassolua hermottaa pääasiassa yksi liikehermosolu eli alfa-motoneuroni (Ahonen ym. 1998, 76–80; Kauranen & Nurkka 2010, 107-111).

3.2 Ikääntymisen vaikutus lihaksen kokoon ja koostumukseen

Lihasten massa kasvaa kolmanteen vuosikymmeneen saakka, jonka jälkeen alkaa tapahtua hidasta lihassmassa vähenemistä. Luurankolihasen koostumus muuttuu lihaskudoksen rasvasolujen määrän lisääntyessä, jolloin rasvakudoksen osuus lihaskudoksessa kasvaa (Messier ym. 2011). Lihassoima katoaa suuremmissa suhteissa kuin lihassmassa (Faulkner ym. 2007; Delmonico ym. 2009). On havaintoja, että lihasvoiman vähentyminen on 2–5 kertaa suurempaa kuin lihaksen koon pieneneminen (Delmonico ym. 2009). Luurankolihasen kato on siis vääjäämätön tapahtuma, kun ihminen ikääntyy (Evans & Cyr-Cambell 1997; Faulkner ym. 2007). Lihassmassan vähenemiseen vaikuttavat ikääntymisen lisäksi liikunnan väheneminen, aliravitsemus, lääkitykset, hermoston- ja hormonitoiminnan muutokset, aineenvaihdunnan muutokset sekä lisääntyneet tulehdusreaktiot (Stenholm 2008; Boirie 2009). Varsinkin lihasten metaboliaan vaikuttavien hormonien, esimerkiksi insuliininkaltaisten kasvutekijöiden, kortikosteroidin, adrogeenin, testosteronin ja insuliinin, tuotanto ja herkkyys muuttuvat ikääntyessä (Morley ym. 2001; Morley 2008; Tiidus ym. 2013).

Iän myötä tapahtuvasta lihassmassan vähenemisestä on erilaisia arvioita tutkimuksista riippuen. Faulkner ym. (2007) mukaan lihassolujen väheneminen alkaa viidenkymmenen vuoden iässä jatkuen aina kahdeksankymmeneen ikävuoteen asti, jolloin lihassoluista on menetetty tutkimusten mukaan 50 prosenttia. Lihakset eivät pienene lineaarisesti ja pieneneminen vaihtelee yksilöillä iän suhteen. Greenlund ja Nair (2003) toteavat, että monet tutkimukset arvioivat lihassmassan menetyksen olevan noin 5 prosenttia tai 0.4–0.8 kg vuosikymmenessä 40 ikävuoden jälkeen (Maltais ym. 2009). On myös esitetty, että luurankolihasen massasta menetetään 40 prosenttia 20–80 ikävuoden välillä (Bouillanne ym. 2013; Patel ym. 2013). Inzitari ym. (2011) mukaan luurankolihakset vähenevät 70 ikävuoden jälkeen noin yhden prosentin verran vuodessa. Lihassmassan vaihtelusta puolet on yhteydessä ruumiin massaan ja pituuteen. Tutkimuksissa on havaittu lihaskadon tapahtuvan ensisijaisesti alaruumiista ja dominoivalta puolelta (Janssen ym. 2000; Degens & Korhonen 2012). Fysiologisesti naisilla on vähemmän lihassmassaa (Janssen ym. 2000) ja menopaussi kiihdyttää voiman menetystä (Phillips ym. 1993; Samson ym. 2000).

Lihasmassan vähentyessä nopeiden ja hitaiden lihassolujen määrä pienenee. Nopeiden lihassolujen lukumäärän väheneminen on merkittävämpää, kun taas hitaiden lihassolujen määrän on todettu pysyvän lähes ennallaan (Snijders ym. 2009; Korpela ym. 2011; Messier ym. 2011). Iän myötä tapahtuvat muutokset lihaksiston koostumuksessa ovat seurasta II-tyyppin lihassolujen määrän laskusta, joka voi johtaa II-tyyppin solujen motoristen yksiköiden väheneemiseen (Katsiaras ym. 2005; Faulkner ym. 2007).

Irwin Rosenberg ehdotti vuonna 1988 termiä sarkopenia kuvamaan ikään liittyvää lihasmassan vähenemistä (Rosenberg 1997; Visser 2009; Mithal ym. 2013). Myöhemmin sarkopenia on määritelty luurankolihasien massan ja voiman menetyksiksi, joita ilmenee ikääntyessä (Visser ym. 2003; Thomas 2007; Cruz-Jentoft ym. 2010). Sarkopenian määrittämisestä tai sen käytöstä ei ole täysin selkeää yhteisymmärrystä tutkijoiden keskuudessa (Visser 2009; Bijlsma ym. 2012).

Sarkopenian syntymekanismia ei tiedetä tarkkaan, mutta oletetaan että se kehittyy useamman vuosikymmenen aikana ja ulkoisilla tekijöillä on vaikutusta tilan syntymiseen (Lang ym. 2010; Morley ym. 2001; Buford ym. 2010). Pienikin muutos lihaksen proteiinien aineenvaihdunnassa voi aiheuttaa suuria muutoksia kehon koostumuksessa pitkällä aikavälillä (Morley ym. 2001). Ulkoiset tekijät, jotka voivat vaikuttaa sarkopenian syntyyn, ovat muun muassa liikunta-aktiivisuudessa ja ravitsemustilassa tapahtuvat muutokset. Varsinkin proteiinien saanti on merkityksellistä (Buford ym. 2010). Myös hormonipitoisuuksien muutoksella voi olla yhteyttä sarkopenian ja lihasheikkouden kehittymiseen (Visser ym. 2003; Sipilä ym. 2013). Morley ym. (2001) esittävät sarkopeniaan syntyyn vaikuttavina tekijöinä myös olennaiset muutokset lihaksessa ja hermoissa, anabolisten hormonien ja sytokiinien lasku ja ateroskleroosi. Sytokiinien vaikutuksesta sarkopeniaan on vain vähän tietoa. Eniten tutkimustietoa on IL-1 β , TNF- α ja IL-6 sytokiinien toiminnasta, varsinkin akuutissa tulehduksessa (Morley ym. 2001).

Myös satelliittisolulla on havaittu olevan vaikutusta sarkopenian kehittymiseen, sillä lihasten ikääntyessä on viitteitä satelliittisolujen määrän laskusta varsinkin II-tyyppin lihassolujen osalta. Satelliittisolujen määrän laskusta on ristiriitaisia tutkimustuloksia, mutta havaintojen mukaan solujen määrä säilyy ennallaan seitsemäänkymmeneen ikävuoteen asti. Satelliittisolujen määrän lasku ja lihaskato voivat erota eri lihasryhmissä. Sarkopenian ehkäisyssä satelliit-

tisolujen määrällä ja niiden aktivoitumisella liikuntasuorituksen aikana on oma vaikutuksensa luurankolihasen lihasmassan lisääntymiseen (Kadi ym. 2005; Snijders ym. 2009).

Sarkopeniaa esiintyy 22.6 prosentilla postmenopausaalista naisista, jotka eivät ole saaneet estrogeenia (Kenny ym. 2003). Sarkopenian syntyyn myötävaikuttaa menopausi-ässä liikunnan vähyys ja vähäinen proteiinien saanti (Maltais ym. 2009). Joidenkin tutkimusten mukaan ylipaino näyttäisi suojaavan varsinkin naisia sarkopenialta (Baumgartner ym. 1999). Sarkopenian etiologian ymmärtäminen auttaa kehittämään keinoja lihasmassan ja lihasvoiman katoamisen ehkäisyyn ja korjaukseen. Näitä mahdollisia keinoja ovat riittävä harjoittelu, varsinkin lihasvoimaharjoittelu (Stenholm ym. 2012), ravitsemukselliset ja lääkinnälliset keinot (Evans & Cyr-Cambell 1997; Lauretani ym. 2003; Snijders ym. 2009).

3.3 Lihaksen koostumuksen mittaus

Lihaksen koostumusta voidaan tutkia erilaisilla kuvantamismenetelmillä; magneettikuvaus (MRI), tietokonetomografia (CT), kaksiennergisen röntgensäteiden absorptiometria (DXA) sekä kehon sähkön johtavuuteen perustuvalla menetelmällä; biosähköinen impedanssi (BIA) (Cruz-Jentoft ym. 2010; Jacquelin-Ravel & Pichard 2012). Menetelmien tarkoituksena on antaa tietoa kehon koostumuksesta. Mittaustulokset riippuvat mittausmenetelmistä. Menetelmillä saatavat tulokset poikkeavat jonkin verran toisistaan, joten tulkinta vaatii hyvää kliinistä ja kokemusperäistä osaamista sekä arviointikykyä (Sillanpää ym. 2014).

DXA on yleisesti hyväksytty menetelmä, jolla voidaan tutkia luun tiheyttä ja lihaksen koostumusta (Visser 2009; Sillanpää ym. 2014). Menetelmä erottaa rasvan, luun mineraalit ja rasvattoman kudoksen (Cruz-Jentoft ym. 2010). Menetelmä on kallis ja sen käyttämiseen tarvitaan terveydenhuollon ammattilaista, koska tutkimuksessa esiintyy röntgensäteilyä, vaikka säteilyn määrä on vähäinen. Menetelmän hyvänä puolena voidaan pitää sen nopeutta. Koko kehon skannaamiseen menee aikaa noin 3–4 minuuttia (Visser ym. 1999; Cruz-Jentoft ym. 2010; Sillanpää ym. 2014).

BIA-menetelmää pidetään luotettavana, kun mitataan tiettyä osaa kehosta tai koko kehon koostumusta tai rasvan määrää (Cruz-Jentoft ym. 2010; Sillanpää ym. 2014). Menetelmä on helposti saatavilla, nopea, halpa eikä sen käyttämiseen tarvita laajaa koulutusta. Menetelmän käyttö soveltuu niin vuodentakaisien kuin kävelevien potilaiden tutkimiseen, koska laitteita

on monenlaisia ja eri tilanteisiin sopivia (Cruz-Jentoft ym. 2010). Mittauksia tehdessä on huomioitava, että mittari on herkkä nestetasapainon, lämpötilan, kehon symmetrian ja asennon sekä vuorokaudenajan vaikutuksille. BIA-menetelmässä oletetaan, että rasvasta vapaan massan nestepitoisuus on 73.2 prosenttia. Tutkimustuloksia tulkittaessa tulee huomioida ikääntymisen vaikutus kudoksen nestemäärään vastaavalla tavalla kuin lihavuus ja yksilölliset erot (Sillanpää ym. 2014).

DXA- ja BIA-menetelmien antamat tulokset poikkeavat toisistaan. Tutkittaessa eri ikäryhmiä 18–88 vuoden väliltä havaittiin, että BIA-menetelmä antaa korkeampia arvoja rasvattomasta massasta ja pienempiä arvoja rasvanmäärästä kuin DXA-menetelmä (Sillanpää ym. 2014). Yli 70-vuotiaiden mittauksissa mittaukset olivat verrattavissa toisiinsa.

MRI- ja CT-tutkimukset ovat niin sanottuja kultaisen standardin omaavia tutkimuksia tutkittaessa lihaskatoa (Cruz-Jentoft ym. 2010). Ne erottelevat rasvan muusta pehmytkudoksesta (Cruz-Jentoft ym. 2010). Nämä tutkimukset kuvaavat ja arvioivat DXA-menetelmää yksityiskohtaisemmin lihasmassaa, rasvakudosta ja lihasaition sisään kertynyttä rasvaa (Delmonico ym. 2009). CT-tutkimus on käyttökelpoinen menetelmä arvioitaessa lihasten poikkipinta-alaa ja lihaskudoksen tiheyttä Röntgensäteet läpäisevät eri tavalla kudosten alkuainekoostumusta, tiheyttä ja paksuutta, jonka vuoksi kudokset näkyvät tiheyden perusteella vaaleampina tai tummempina alueina (Säteily- ja ydinturvallisuus 2004, 62). Kudoksen tiheys ilmaistaan Housfield Unit:a (HU) (Säteily- ja ydinturvallisuus 2004, 70–71). CT-tutkimus on toistettavissa ja se soveltuu hyvin tutkimuskäyttöön, sillä nykyisillä CT-laitteilla röntgensäteily on vähäistä. Tarkka poikkipinta-alan mittausta on edellytys laadukkaalle lihaksen toiminnan arvioinnille (Singer & Breidahl 1987). Tutkimuksissa on huomioitava, että lihaksen laadussa tapahtuu muutoksia, jolloin suhteellinen voima katoaa lihaskudosta enemmän. Tämä lihaksen laadun muutoksen havainnointi on jatkossa tärkeä tutkimuksen kohde ja käyttöalue tietokone-tomografiatutkimukselle (Delmonico ym. 2009).

4 IKÄÄNTYVÄN NAISEN HORMONITOIMINTA JA VAIHDEVUODET

Vaihdevuodet on tila, jossa naisen oma hormonituotanto saa aikaan viimeiset kuukautiset. Kuukautisten pysyvä loppuminen tiedetään vasta, kun kuukautiset ovat olleet poissa 12 kuukautta. (WHO 1996, 12–13). Premenopausia kuvaa menopausia edeltävää hedelmällistä aikaa tai aikaa ennen kuukautisten loppumista. Premenopausaalinen vaihe voi Prior ym. (2013) muiden mukaa alkaa jo noin 35-vuoden iässä tai jopa aikaisemmin. Jos naisella on säännölliset kuukautiset kahdentoista edeltävän kuukauden aikana, mutta hänellä on jo jokin menopausaalinen oire, esimerkiksi voimakkaat tai pitkittyneet vuodot, lyhentynyt kuukautiskierto, oireita rinnoissa, heräämisiä keskellä yötä, lisääntynyt mielialan vaihtelu, premenopausaalin katsotaan tällöin alkaneeksi (Soules ym. 2001; Javanainen 2007a; Moilanen ym. 2010; Prior ym. 2013).

Premonopausaalia seuraa perimenopausaalinen vaihe. Perimenopausaaliseen vaiheeseen siirtymisen katsotaan alkavan, kun kuukautiskierto muuttuu epäsäännölliseksi kahdentoista edeltävän kuukauden aikana. Tällainen vaihe tapahtuu keskimäärin noin 5–10 vuotta ennen menopausia (Javanainen 2007a; Moilanen ym. 2010; Tiitinen 2013). WHO:n (1996) määrittelyn mukaan perimenopausiin kuuluu välitön ajanjakso ennen kuukautisten loppumista sekä ensimmäinen menopausaalivuosi. Postmenopausaalinen vaihe alkaa perimenopausaalisen vaiheen jälkeen, kun kuukautiset ovat olleet kokonaan poissa kahdentoista edeltävänä kuukauden aikana (Soules ym. 2001).

Keskimääräinen menopausi-ikä vaihtelee 46 ja 52 -vuoden välillä maasta ja maaosasta riippuen (Schoenaker ym. 2014). Voidaan siis ajatella, että nainen elää yhden kolmasosan elämästään postmenopausaalisisessa vaiheessa, sillä vastasyntyneen tyttölapsen elinajanodote oli vuonna 2012 Tilastokeskuksen mukaan 83 vuotta (Tilastokeskus 2013). Kuitenkin yksilöiden välillä voi olla suurtakin vaihtelua ja kymmenellä prosentilla naisista kuukautiset loppuvat jo neljäkymmenenviiden vuoden iässä (Lamberts ym. 1997; Soules ym. 2001; Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2004; Javanainen 2007a; Messier ym. 2011; Sipilä ym. 2013).

Toisin kuin muut solut kehossamme, munasolut eivät uusiudu, vaan munasolujen varasto pienenee jatkuvasti mitä vanhemmaksi tulemme (Jokimaa 2010). Kypsyvän munasolun ympärillä olevan munarakkulan tehtävänä on tuottaa naisen elimistöön estrogeenia, androgeenia, pro-

gesteronia sekä inhibiini B-hormonia, joka jarruttaa follikkelia stimuloivan hormonin tuotantoa. Munasarjojen tärkein ja pääasiallinen estrogeeni on estradioli. Muita estrogeeneja ovat estroni ja estrioli. Estrogeenin vaikutus välittyy estrogeenireseptoreiden kautta, joita on joissakin kudoksissa enemmän, esimerkiksi luurankolihasissa emättimessä, alemmissa virtsateissä, kohdussa, rintarauhasessa, luussa, ja keskushermostossa (Lamberts ym. 1997; Soules ym. 2001; Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2004; Javanainen 2007a, Sipilä ym. 2013).

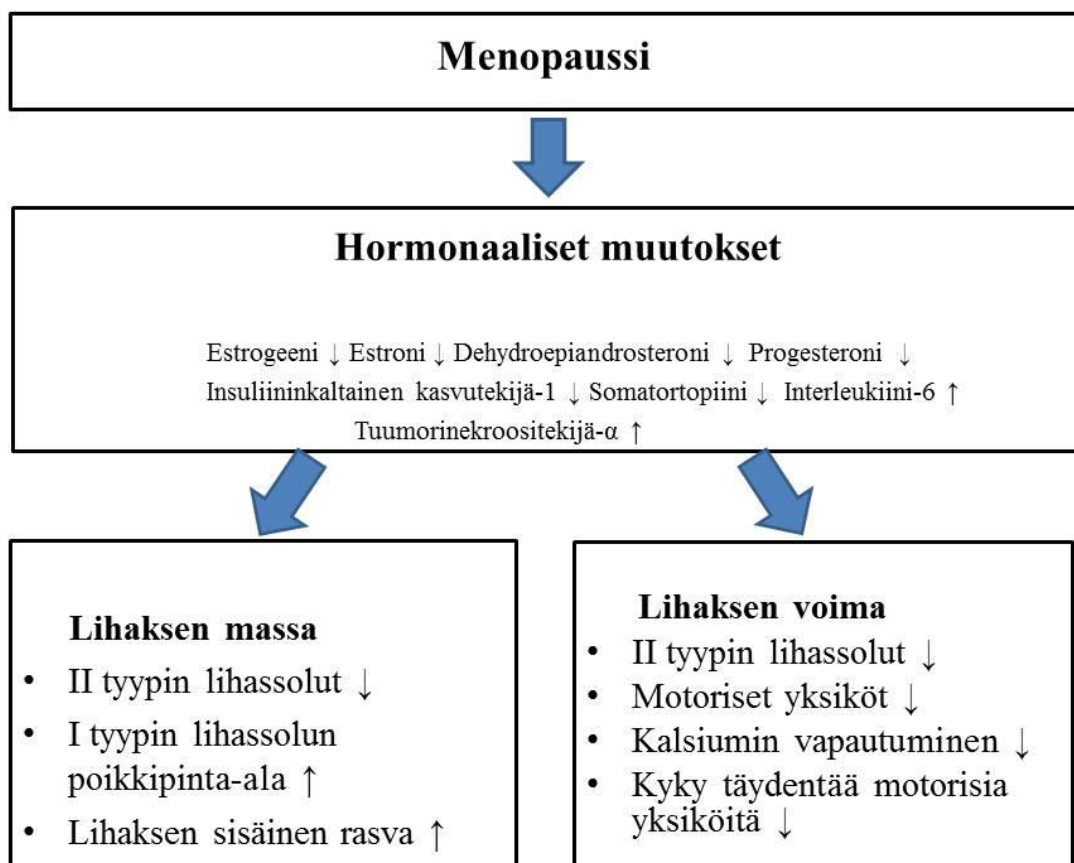
Rannevik ym. (2008) mainitsevat tutkimuksessaan menopausiin liittyvien hormonaalisten muutosten alkavan 40-vuoden iässä tai aikaisemmin. Inhibiini B-hormonin tuotannossa tapahtuu huomattavaa vähenemistä, mikä on ensimmäinen endokrinologinen merkki menopausiin siirtymisestä. Follikkelia stimuloivan hormonin ja luteinisoivan hormonin tasot nousevat huomattavasti ennen menopaussia (Rannevik ym. 2008), kun taas estrogeenin määrä vähenee viisikymmentä prosenttia premenopausaaliajasta (Messier ym. 2011). Varsinkin estradiolin määrässä tapahtuu merkittävää laskua kuuden kuukauden ajan menopausista. Premenopausaalisessa vaiheessa olevat naiset tuottavat estradiolia 400 µg vuorokaudessa, kun taas menopausin jälkeen estradiolin tuotanto laskee 6 µg:aan vuorokaudessa (Purohit & Reed 2002). Perimenopausaalisessa vaiheessa olevilla naisilla on havaittu olevan poikkeuksellisen matalia progesteronitasoja (Prior 2005). Postmenopausaalisena vaiheena naisilla on todettu olevan korkeampia testosteroni- ja estradiolitasoja lihaksessa verrattuna premenopausaaliin naisiin (Pöllänen ym. 2011). Postmenopausaalisena vaiheena aikana verenkierrossa esiintyvää estronia syntyy lisämunuaisen tuottamasta hormonista muun muassa lihaksessa- ja rasvakudoksessa (Sipilä & Poutamo 2003; Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2004).

4.1 Vaihdevuosien vaikutus lihaksen koostumukseen ja voimaan

Poikittaistutkimusten perusteella lihasmassan ja -voiman väheneminen kiihtyy menopausin myötä. Tämä menetys tekee naisista entistä riskialttiimpia kaatumisille ja kaatumisesta johtuville tapaturmille (Frontera ym. 1991). Normaali itsenäinen elämä voi vaikeutua ja elämänlaatu heikentyä (Kyle ym. 2001; Rennie 2005).

Ihmisellä tavataan kolmenlaisia estrogeenireseptoreita (Prossnitz ym. 2007; Ennes & Tiidus, 2010). Estrogeeni α , ja estrogeeni β ja GPER esiintyvät useissa kudoksissa, kaikkia niitä esiin-

tyy myös luurankolihaissa. Wiik ym. (2009) havaitsivat, että estrogeenireseptoreita on postmenopausaalisilla naisilla vähemmän kuin aikuisilla naisilla yleensä. On mahdollista, että estrogeeni vaikuttaa suoraan lihakseen reseptoreiden kautta (Tiidus ym. 2013). Estradiolilla on samanlainen vaikutus estrogeeni α :aan ja estrogeeni β :aan, tosin estrogeeni α :n on havaittu reagoivan estradioliin aktiivisemmin (Wiik ym. 2009). Estrogeeni α :aa on enemmän II-tyypin lihassoluissa. Tästä johtuen on esitetty, että ikääntyessä nopeita lihassoluja surkastuu enemmän kuin hitaita lihassoluja (kuva 2). Estrogeenilla voi olla myös vaikutusta lihasten hyvinvointiin IGF-1:n reseptorin kautta (Brown 2008). Joidenkin tutkimusten mukaan estrogeenitason mataluus voi olla yhteydessä lihassmassan vähenemiseen, mutta on tutkimuksia, joissa yhteyttä ei ole todettu (Hansen ym. 2003). Myös muilla hormoneilla kuten dehydroepiandrosteronilla, kasvuhormonilla ja insuliinilla on vaikutusta lihaksen massaan ja fyysiseen toimintakykyyn (Maltais ym. 2009; Messier ym. 2011). Tosin kaikissa tutkimuksissa ei ole saatu näyttöä dehydroepiandrosteronin vaikutukselle (Messier ym. 2011).



KUVA 2. Menopausiin liittyvät hormonaaliset muutokset lihaksen massassa ja voimassa (mukailtu Maltais ym. 2009, 192)

Lihaksen sisällä olevalla estradioli- ja testosteronipitoisuudella on yhteyttä rasvan kertymiseen lihaskudokseen. Mitä korkeampia estradioli- ja testosteronipitoisuuksia esiintyy lihaksessa, sitä heikompi on lihaksen koostumus. Toisaalta seerumissa esiintyvä estradioli ja estro-ni ovat yhteydessä lihaksen laatuun positiivisesti. Suuri lihaksen rasvapitoisuus on yhteydessä lisääntyneeseen lihaksen steroidien tuotantoon (Pöllänen ym.2011).

4.2 Hormonikorvaushoitomuodot ja hoidonvaikutus lihakseen

Estrogeenin tuotannon vähittäinen aleneminen ja lopulta sen puute aiheuttaa vaihdevuosisoireita. Yhdysvaltain kansanterveysinstituutti National Institutes of Health (NIH) on todennut lausunnossaan, että vaihdevuodet ovat yhteydessä vasomotorisiin oireisiin, ei niinkään somaattisiin tai psyykkisiin oireisiin (NIH State-of-the Science Panel 2005). Oireiden kesto voi vaihdella 5 vuodesta yli 15 vuoteen ja niiden esiintyvyydessä on sekä maantieteellisiä että etnisiä eroja. Länsimaalaisista naista oireita kokee noin 70 prosenttia (Javanainen 2007a; Nuojua-Huttunen & Koivunen 2004; Moilanen ym. 2010; Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2004). Väsymykseen, mielialan vaihteluihin ja kipuihin voidaan käyttää itsehoitoa, kuten liikuntaa, kun taas unen subjektiivista laatua voidaan tutkimusten mukaan parantaa estrogeenihoidolla (Luoto 2005). Lisää tietoa tarvitaan ei-lääketieteellisten hoitojen sekä progesteronin, estrogeenin ja testosteronilisän vaikutuksesta vaihdevuosisoireita kokevan henkilön mielialaan (Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2004). Terveys 2000 -tutkimuksen mukaan vuonna 2008 suoritetussa kyselytutkimuksessa viimeisen puolen vuoden aikana hormonikorvausvalmisteita käytti 18 prosenttia naisista. Naiset iältään 55–59 vuotta, käyttivät valmisteita yleisimmin (Hemminki 2012).

Harkittaessa hormonikorvaushoidon aloittamista tulee pohtia lääkityksen hyödyt ja haitat. Hormonikorvaushoidon tiedetään lisäävän useampien sairauksien riskiä (Hemminki 2012), joten sitä ei tulisi käyttää kroonisten sairauksien ehkäisyssä. Hyötyä hormonikorvaushoidosta on vasomotoristen oireiden hoidossa sekä osteoporoosin ja luun murtumien ehkäisyssä (Taylor & Manson 2011). Tutkimuksissa mainitaan vaihdevuosisoireina muun muassa kuumat aallot, yöhikoilu, unihäiriöt, masentuneisuus, ahdistuneisuus sekä seksuaaliset toimintahäiriöt (Lamberts ym. 1997; Nuojua-Huttunen & Koivunen 2004; Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2004; Javanainen 2007a; Moilanen ym. 2010; Mikkola 2012).

Estrogeeni on hormonikorvaushoidon perusta vaihdevuosisoireita hoidettaessa. Suomessa käytetään luonnollisia estrogeeneja, jotka muistuttavat naisen omia estrogeeneja. Yhdysvalloissa käytetään niin sanottua konjugoitua estrogeenia, jota saadaan tiineen tamman virtsasta puhdistettuna (Javanainen 2007b). Pelkkää estrogeenia voivat käyttää vain ne naiset, joilta kohtu on poistettu (Mikkola 2012). Muille hoitoon tulee lisätä keltarauhashormonia eli progестиinia, joka ehkäisee kohdun limakalvon paksuuntumista ja kohtusyövän esiintymistä. Tällöin puhutaan yhdistelmähoidosta (Javanainen 2007b; Mikkola 2012). Yhdistelmähoitoa voidaan toteuttaa myös tibolonilla, jolla on samanlaisia vaikutuksia kuin estrogeenilla ja progестиinilla. Tämän lisäksi valmisteella on androgeenisia vaikutuksia. Valmiste vaikuttaa kohdekudokseen estrogeeni-, progesteroni- ja androgeenireseptoreiden kautta. (Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2004; Cummings ym. 2008). Yhdistelmähoito voi olla jaksottaista, jolloin tabletteja otetaan 28 päivän jaksoissa. Hoito voi olla myös jatkuvaa, jolloin tabletit otetaan päivittäin ilman taukoja. Hormonikorvaushoitoa voidaan käyttää myös laastari- tai geelimuodossa, jolloin estrogeenia voidaan annostella iholle tai suoraan emättimeen vaikuttamaan paikallisesti (Javanainen 2007b).

Erään tutkimuksen mukaan estrogeenilla toteutetulla hormonikorvaushoidon käytöllä ei ole vaikutusta rasvattomaan kehon massaan (Kenny ym. 2005), joten hoidolla ei täten näyttäisi olevan suojaavaa vaikutusta sarkopeniaan (Kenny ym. 2003). Tankó ym. (2002) eivät havainneet eroja raajojen lihasmassassa eikä Ribom ym. (2002) eroa polven ojennus- ja koukistusvoimassa korvaushoidon aikana puolen vuoden seurantajaksolla postmenopausvaiheen jälkeen. Toisaalta on viitteitä siitä, että hormonikorvaushoidolla on edullisia vaikutuksia yksittäisiin lihassoluihin, jolloin lihassolut pystyvät tuottamaan enemmän lihasvoimaa ilman että lihaksen koko muuttuu (Qaisar ym. 2013). Tutkimuksissa on myös havaittu, että jatkuvalla estradiolin tai noretisteronin käytöllä on hyödyllisiä vaikutuksia lihasten toimintakykyyn ja massaan varhaisessa postmenopausaalisessa vaiheessa (Sipilä ym. 2001). Phillips ym. (1993) havaitsivat, että hormonikorvaushoidon käytöllä pystyttiin vaikuttamaan lihasvoiman säilymiseen.

Ronkaisen ym. (2009) tutkimuksessa, jossa hormonikorvaushoitoa käytti vain toinen kaksosisar, havaittiin estrogeenia saaneella sisarella vähemmän rasvaa reidessä ja ihonalaisessa kudoksessa sekä pienempi kehon rasvaprosentti. Tämän tapaus-verrokkitutkimuksen mukaan pitkäaikainen hormonikorvaushoito on yhteydessä parempaan lihasvoimaan ja lihastoimintaan

ja lihasten koostumukseen 54–62-vuotiailla naisilla. Kyseisen tutkimuksen mukaan hormonikorvaushoidolla on mahdollista ehkäistä lihasheikkoutta vanhemmilla naisilla (Ronkainen ym. 2009)

Tutkimuksissa on havaittu, että lihasten geenien luennassa tapahtuu muutoksia ensimmäisen postmenopausaalisen vuoden aikana ulkopololisen ärsykkeen, esimerkiksi hormonikorvaushoidon vaikutuksesta. Hormonikorvaushoito voi vaikuttaa IGF-1:n välitystoimintaan lihasten massan ja toiminnan säätelyssä sekä sillä on vaikutusta myös insuliiniherkkyyteen (Ronkainen ym. 2010; Pöllänen ym. 2010a; Pöllänen ym. 2010b)

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkielman tavoitteena on selvittää ravinnon yhteyttä lihaksen kokoon ja koostumukseen sekä ravintosuositusten toteutumista tutkimusaineistossa. Samalla pyritään selvittämään, onko identtisten kaksossisarten välillä eroa ravintoaineiden saannin suhteen ja vaikuttaako lihaksen kokoon ja koostumukseen ravintoaineiden saanti tai hormonikorvaushoidon käyttö.

Näistä lähtökohdista muotoutuivat tarkemmat tutkimuskysymykset:

1. Saavatko 54–62-vuotiaat postmenopausaaliset naiset ravintoaineita valti-onravitsemusneuvottelukunnan suosituksen mukaisesti vuorokaudessa?
2. Eroavatko hormonikorvaushoitoa käyttävät ja käyttämättömät sisaret toisistaan lihaksen koon, koostumuksen ja ravintoaineiden saannin suhteen?
3. Onko ravintoaineilla yhteyttä lihaksen kokoon ja koostumukseen 54–62-vuotiailla postmenopausaalisilla kaksossisarilla?

6 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Tutkimusaineisto

Tutkielma on osa “Sarcopenia-Skeletal Muscle Adaptation to Postmenopausal Hypogonadism and Effects of Hormone Replacement Therapy and Physical Activity in Older Women: a Genetic and Molecular Biological Study on Estrogen-related Pathways” (SAWEs) – tutkimusaineistoa. Tutkittavat rekrytoitiin Suomen kaksoskohorttitutkimuksesta, $n = 13\,888$ (Kaprio ym. 1978). Yhteensä 537 pariin otettiin yhteyttä tutkimuskutsun ja alustavan kyselylomakkeen avulla. Kutsun saaneet olivat syntyneet vuosina 1943–1952. Niitä pareja, jotka olivat hormonikorvaushoidon suhteen diskordantteja (toinen käyttää hormonihoitoa ja toinen ei ole koskaan käyttänyt) pyydettiin vastamaan tutkimuskutsuun ($n = 114$ kaksosparia). Näistä 114:sta kaksosparista valittiin ne, joilla ei ollut vasta-aiheita tutkimukseen ja joista molemmat pääsivät osallistumaan laboratoriotutkimukseen ($n = 21$ paria). Puhelinhaastattelu tehtiin 21 kaksosparille. Haastattelulla kartoitettiin heidän gynekologista historiaansa, lääkityksiä ja mahdollisia vasta-aiheita tutkimukseen osallistumiselle, esimerkiksi astma, akuutti syöpä tai Chronin tauti. Lopulta laboratoriotutkimukseen osallistui yhteensä 15 identtistä kaksosparia, jotka olivat iältään 54–62-vuotiaita (Ronkainen ym. 2009).

6.2 Mittausmenetelmät

Tutkimusaineiston ravintoaineiden saanti oli kerätty ruokapäiväkirjamerkinnoistä, joita tutkittavat täyttivät kolmena arkipäivänä ja kahtena viikonloppupäivänä. Ravintoaineiden saanti analysoitiin Micro-Nutrica software -ohjelmalla. Ravintoaineiden saanti ilmoitettiin vuorokausikohtaisina määrinä kunkin ravintoaineen osalta. Proteiinien saantiarvo muutettiin analyysijä varten painokilo kohtaiseksi arvoksi. Tähän tutkielmaan valittiin ne ravintoaineet, jotka mainitaan valtion ravitsemusneuvottelukunnan suosituksissa (Suomalaiset ravitsemussuosituksien 2014). Näitä ovat; proteiinit, hiilihydraatit, rasvat, D-, E-, B₁₂-, B₁-, B₂-, B₃-, B₆-, C-, A-vitamiini, fosfori, kalsium, natrium, kalium, magnesium, rauta, sinkki, seleeni, jodi.

Lihaksen koko ja koostumus arvioitiin reiden puolivälistä tehdyllä tietokonetomografiatutkimuksella (CT, Siemens Somatom Emotion scanner, Siemens, Erlangen, Saksa). Tietokonetomografiakuvista analysoitiin reisilihasten poikkipinta-ala, lihasten suhteellinen osuus reiden poikkipinta-alasta, lihaskudoksen tiheys sekä lihasaition sisään kertyneen rasvakudoksen

poikkipinta-ala tätä tarkoitusta varten kehitetyllä ohjelmalla (Geanie 2.1, Commit Oy, Espoo). Pituus ja paino mitattiin tavanomaisilla menetelmillä. Painoindeksi ja koko kehon koostumus (rasva %, rasvamassa, pehmytkudoksen massa, rasvattoman kudoksen massa) arvioitiin bioimpedanssilaitteella (Inbody 720, Biospace, Soul, Korea) (Ronkainen ym. 2009).

Tutkittavien terveydentilaa, lääkitystä ja gynekologista statusta selvitettiin lääkärintarkastuksen yhteydessä. Tutkittavien liikunta-aktiivisuutta selvitettiin kyselylomakkeella kahdella seuraavalla kysymyksellä: ”Mikä vaihtoehto kuvaa parhaiten Teidän ympärivuotista vapaa-ajan liikuntaanne” ja ”Mikä seuraavista kuvauksista vastaa parhaiten nykyistä fyysistä aktiivisuuttanne”. Ensimmäisessä kysymyksessä vastausvaihtoehtoja oli viisi (0 = en harrasta liikunta, 1 = hiukan, 2 = kohtalaisesti, 3 = melko paljon ja 4 = runsaasti) ja toisessa kysymyksessä kuusi (0 = en liiku sen enempää kuin välttämättä on tarpeen päivittäisistä toiminnoista selviämiseksi, 1 = harrastan kevyttä kävelyä ja ulkoilua 12 kertaa viikossa, 2 = harrastan kevyttä kävelyä ja ulkoilua useita kertoja viikossa, 3 = harrastan 1-2 kertaa viikossa sellaista reipasta liikuntaa, joka aiheuttaa jonkin verran hengästymistä ja hikoilua, 4 = harrastan useita kertoja viikossa sellaista liikuntaa, joka aiheuttaa jonkin verran hengästymistä ja hikoilua, 5 = harrastan kunto liikuntaa useita kertoja viikossa siten, että hikoilen ja hengästyn melko voimakkaasti liikunnan aikana, 6 = harrastan kilpaurheilua ja pidän yllä kuntoani säännöllisen harjoittelun avulla). Kolme liikunta-aktiivisuusryhmää muodostettiin toisen kysymyksen perusteella siten, että ne tutkittavat jotka olivat valinneet tähän kysymykseen vaihtoehdot 0 tai 1 muodostivat vähän liikkuvien ryhmän. Kohtuullisesti liikkuvien ryhmän muodostivat ne tutkittavat, jotka olivat valinneet vastausvaihtoehdon 2 tai 3 ja aktiivisesti liikkuvien ryhmän muodostivat tutkittavat, jotka olivat valinneet vastausvaihtoehdon 4 tai 5. Kukaan tutkittavista ei harrastanut kilpaurheilua.

6.3 Tilastolliset analyysimenetelmät

Tilastoanalyysiä varten käytettiin SPSS Statistics version 21 -ohjelmaa. Testattavien muuttujien normaalijakautuneisuuden testaamiseen käytettiin Shapiro-Wilk -testiä. Lisäksi katsottiin muuttujien huipukkuudet ja vinoudet ja graafiset kaaviot. Siskojen välisiä eroja testattiin riippuvien otosten T-testiltä ravintoaineiden ja lihasmuuttujien osalta, kun ne olivat normaalisti jakautuneet. Normaalisti jakautumattomien muuttujien osalta ryhmien välisen eron tilastollinen merkitsevyys tarkistettiin Wilcoxon merkittyyden sijalukujen testillä. Lisäksi laskettiin sis-

kojen välinen ero taustatietojen, ravintoaineiden ja lihasmuuttujien osalta sekä erojen keskiarvolle luottamusväli.

Ravintoaineiden ja energian saantisuosituksia koko ryhmässä testattiin yhden otoksen T-testillä. Energian saanti testattiin kussakin liikunta-aktiivisuusluokassa erikseen. Proteiinien ja D-vitamiinin saanti ovat kirjallisuuden perusteella keskeisiä lihaskunnan indikaattoreita, joten proteiinien ja D-vitamiinin yhteyttä lihasten kokoon ja koostumukseen testattiin aluksi Pearsonin korrelaatiokertoimella. Ainoastaan proteiinien saanti korreloi valittuihin lihasmuuttujiin, joten sen yhteyttä reisilihaksen kokoon ja koostumukseen tarkasteltiin lineaarisella regressioanalyysillä. Lineaarinen regressioanalyysi tehtiin kullakin selitettävällä muuttujalla siten, että selittävänä muuttujana oli proteiinien saanti ja sama malli vakioitiin hormonikorvaushoidon käytöllä sekä viimeisistä kuukautisista kuluneella ajalla. Koska aika kuukautisten loppumisesta ei jakautunut normaalisti, regressioanalyysit tehtiin myös niin, että aineistosta poistettiin ensin poikkeavat havainnot ($n = 2$). Tässä työssä esitetään tulokset koko aineiston osalta, koska poikkeavien havaintojen poistaminen ei muuttanut regressioanalyysien tuloksia. Testeissä tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin arvoa < 0.05 .

7 TULOKSET

7.1 Tutkittavien kuvailu

Tutkittavat olivat keskimäärin 57.2-vuotiaita. Hormonikorvaushoitoa käyttäneiden siskojen hormoninkäyttöaika oli keskimäärin 6.9 vuotta (vaihteluväli 2–16 vuotta). Taustamuuttujien suhteen sisaret eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, muuten kuin pituuden osalta. Lisäksi reisilihaksen suhteellinen osuus reiden poikkipinta-alasta oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi hormonikorvaushoitoa käyttävillä siskoilla verrattuna käyttämättömiin siskoihin. Muiden lihasmuuttujien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa hormonihoitoa käyttävien ja käyttämättömien siskojen välillä (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Aineiston kuvaus ja vasemman reiden lihaksen koko ja koostumus diskordanteilla identtisillä kaksossisarpareilla. Keskiarvo (ka) \pm keskihajonta (kh), siskojen välinen keskiarvoero (ka ero), luottamusväli (lv) ja *p*-arvo

	Hormonikor- vaushoitoa käyt- tämättömät (n = 15)	Hormonikor- vaushoitoa käyt- tävät (n = 15)	Siskojen välinen ka ero (95% lv)	<i>p</i> -arvo
Pituus, cm	162.8 \pm 4.4	163.6 \pm 4.9	-0.9 (-1.6 – -0.2)	0.02
Paino, kg	71 \pm 13.4	68.7 \pm 8.6	2.2 (-4.3 – 8.7)	0.47
Vyötärön ympärysmitta, cm	90.5 \pm 11.8	87.1 \pm 7.7	3.3 (-2.6 – 9.3)	0.25
Koko kehon painoindeksi, BMI ¹	26.9 \pm 5.9	25.7 \pm 3.3	1.2 (-1.2 – 3.6)	0.30
Koko kehon rasvatomann kudoksen massa, kg	46.4 \pm 4.2	47.3 \pm 3.7	-0.9 (-2.9 – 1.1)	0.37
Aika viimeisistä kuukautista, vuosina ¹	7.8 \pm 4.1	7.1 \pm 3.4	0.7 (-1.9 – 3.3)	0.59
Reiden lihasten suhteellinen osuus reiden poikkipinta-alasta, %	50.4 \pm 11.2	53.5 \pm 9.5	-3.1 (-6 – -0.2)	0.04
Reisilihasten poikkipinta-ala, mm ²	9153.3 \pm 1301.6	9626.7 \pm 1171.6	-473.3 (-1003.1 – 56.4)	0.08
Lihaskudoksen tiheys, HU	53.3 \pm 5.3	53.4 \pm 4.4	-0.11 (-2.9 – 2.7)	0.94
Lihassaition sisään kertyneen rasva-alueen poikkipinta-ala, mm ²	1663.7 \pm 689.3	1592.7 \pm 641	71.1 (-176 – 18.1)	0.55

Testattu riippuvien otosten t-testillä

¹Testattu Wilcoxon merkittyjen sijalukujen testillä

7.2 Ravintoaineiden saanti

Taulukossa 5 esitetään ravintoaineiden saanti vuorokaudta kohden. Kuten taulukosta selviää, ravintoaineiden saanti vuorokaudessa ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi hormonia käyttävien kaksosten ja heidän käyttämättömien siskojen välillä.

TAULUKKO 5. Ravintoaineiden saanti vuorokaudessa diskordanteilla identtisillä kaksosisarpareilla. Keskiarvo (ka) ± keskihajonta (kh), siskojen välinen keskiarvoero (ka ero), luottamusväli (lv) ja *p*-arvo

Ravintoaine	Hormonikorvaus- hoitoa käyttämät- tömät	Hormonikorvaus- hoitoa käyttävät	Siskojen välinen ka ero (95% lv)	<i>p</i> -arvo
	(n = 15)	(n = 15)		
Energia, kcal	1631.6 ± 260.8	1534.9 ± 318.9	96.7 (-131 – 324.4)	0.37
Prot, g/kg	1 ± 0.2	1 ± 0.2	0 (-0.1 – 0.1)	0.94
HHydraatit, E% ¹	45.2 ± 7	44.1 ± 6.7	1 (-2.50 – 4.6)	0.30
Rasva, E%	30.9 ± 7	31.9 ± 5.2	-0.9 (-4.7 – 2.8)	0.68
Tyydyttyneet rasvat, E%	12.5 ± 3.7	13.1 ± 3.2	-0.6 (-2.8 – 1.6)	0.50
Monoetenoidit, E%	10.1 ± 2.4	10.4 ± 2	-0.3 (-1.7 – 1.1)	0.75
Polyetenoidit, E%	5 ± 1.3	5.2 ± 1.3	-0.3 (-1.3 – 0.7)	0.59
D-vit, µg ¹	6 ± 3.2	7 ± 4.3	-1 (-3.4 – 1.4)	0.48
E-vit, mg	8.8 ± 2.8	8.5 ± 2.9	0.2 (-2.1 – 2.5)	0.84
Foolihappo, µg	267.4 ± 58.6	251.1 ± 59.9	16.3 (-23 – 55.6)	0.46
B ₁₂ -vit, µg ¹	5.2 ± 1.8	5.5 ± 2.4	-0.4 (-1.7 – 0.9)	0.63
B ₁ -vit, mg ¹	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.3	0 (-0.1 – 0.1)	0.89
B ₂ -vit, mg	1.6 ± 0.3	1.5 ± 0.4	0.5 (-0.2 – 0.3)	0.66
B ₃ -vit, NE	29.6 ± 2.6	30.4 ± 5.5	-0.8 (-4.1 – 2.5)	0.61
B ₆ -vit, mg	1.7 ± 0.2	1.8 ± 0.4	-0.1 (-0.2 – 0.1)	0.52
C-vit, mg ¹	87.1 ± 60.5	87.9 ± 42.1	-0.7 (-38.3 – 36.8)	0.97
Retekv, µg ¹	852.6 ± 248.8	917.1 ± 438.1	-64.5 (-351.9 – 223)	0.62
Fosfori, mg	1357.4 ± 218.2	1321.4 ± 263.4	36.1 (-135.8 – 208)	0.69
Kalsium, mg	938.3 ± 271.7	902 ± 270.7	36.3 (-183.8 – 256.3)	0.72
Natrium, mg ¹	2604.4 ± 545.4	2504 ± 649.9	100 (-271 – 471.8)	0.57
Kalium, mg	3407.6 ± 469.8	3362.2 ± 675.4	45.4 (-299.4 – 390.1)	0.78
Magnesium, mg	355.7 ± 60.2	333.4 ± 60.1	22.3 (-23.8 – 68.4)	0.32
Rauta, mg	10.3 ± 1.4	9.3 ± 2.3	1 (-0.5 – 2.6)	0.15
Sinkki, mg	10.3 ± 1.7	10.2 ± 2.3	0.1 (-1.3 – 1.5)	0.92
Seleeni, µg	67.1 ± 7.9	65.5 ± 13.6	1.6 (-7.6 – 11)	0.69
Jodi, µg	174.6 ± 37.8	174.3 ± 47.9	0.4 (-28.1 – 28.9)	0.98

Testattu riippuvien otosten t-testillä

¹Testattu Wilcoxon merkittyjen sijalukujen testillä

7.3 Energia- ja ravintoaineiden saanti suhteessa suosituksiin

Valtion ravitsemusneuvottelukunta on laatinut energiansaannista viitearvot kolmelle eri liikunta-aktiivisuusryhmälle: vähän liikkuvat, kohtuullisesti liikkuvat ja aktiivisesti liikkuvat. Energian saannin viitearvoissa huomioidaan myös ikä, sukupuoli ja paino (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 46). Energian saanti poikkesi kaikissa kolmessa ryhmässä viitearvosta tilastollisesti merkitsevästi (taulukko 6). Tutkittavista vähän liikkuvat saivat liikaa energiaa viitearvoon verrattuna, kun taas kohtuullisesti ja aktiivisesti liikkuvat saivat energiaa liian vähän viitearvoon verrattuna.

TAULUKKO 6. Suomalaisen ravitsemussuosituksen mukainen energian saannin viitearvo suhteessa fyysiseen aktiivisuuteen (n = 30). Viitearvot laskettu 31–60-vuotiaille naisille, joiden keskipaino perustuu pohjoismaiden väestön keskipainoon. Keskiarvo ± keskihajonta, viitearvo (kcal), viitearvon ja tutkittavien keskiarvoero (ka ero), luottamusväli (lv) ja *p*-arvo

n = 30	Tutkittavien energian saanti	Viitearvo	Viitearvon ja tutkittavien ka ero (95 % lv)	<i>p</i> -arvo
Vähän liikkuvat (n=2)	1602.9 ± 24	1314	288.9 (73.5 – 504.2)	0.04
Kohtuullisesti liikkuvat (n=12)	1616.5 ± 349.3	2102	-485.5 (-707.4 – -263.5)	< 0.001
Aktiivisesti liikkuvat (n=16)	1555.8 ± 267.9	2365	-809.2 (-952 – -666.4)	< 0.001

Testattu yhden otoksen t-testillä

Ravintoaineiden saanti koko ryhmässä verrattuna suomalaisiin ravitsemussuosituksiin poikkesi tilastollisesti merkitsevästi useammassa ravintoaineryhmässä (taulukko 7). Kolmessa ravintoaineryhmässä saanti oli vähäisempää kuin ravitsemussuosituksissa suositellaan. D-vitamiinin saantisuositus vuorokautta kohti on 10 µg, mutta tutkittavien D-vitamiinin saanti oli keskimäärin 6.5 µg vuorokaudessa. Foolihapon saantisuositus on 300 mg vuorokaudessa, mutta tutkittavat saivat ravinnostaan keskimäärin vain 259.2 mg foolihappoa vuorokaudessa. Samoin proteiinien saanti oli tutkittavilla alle suositusten, 1.0 g painokiloa kohti vuorokaudessa, kun suositusten mukaan sen pitäisi olla 1.1–1.3 g painokiloa kohti.

Useista ravintoaineryhmistä tutkittavat saivat ravintoaineita enemmän kuin mitä suomalaisissa ravitsemussuosituksissa suositellaan. Tällaisia ravintoaineita olivat rasva, tyydyttyneet rasva-

hapot, B₁₂-, B₂-, B₃-, B₆-vitamiinit, fosfori, natrium, magnesium, sinkki, seleeni ja jodi. Hiilihydraattien, kertydyttymättömien rasvahappojen, monitydyttymättömien rasvahappojen, E-, B₁-, C- ja A-vitamiinien, kalsiumin, kaliumin ja raudan osalta tulokset eivät poikenneet suomalaisista ravitsemussuosittelusten suositusarvoista.

TAULUKKO 7. Ravintoaineiden saanti koko tutkittavien ryhmässä (n = 30) verrattuna suomalaisiin ravitsemussuosittelusarvoihin. Keskiarvo ± keskihajonta, suositusarvo, suositusarvon ja tutkittavien keskiarvoero (ka ero), luottamusväli (lv) ja *p*-arvo

Ravintoaine	Tutkittavien ravintoaineiden saanti	Saantisuosittelusarvo	Saantisuosittelusarvon ja tutkittavien ka ero (95 % lv)	<i>p</i> -arvo
Prot,g/kg	1 ± 0.2	1.1	-0.1 (-0.2 – 0)	0.04
HHydraatit, E%	44.7 ± 6.7	45	-0.3 (-2.8 – 2.2)	0.79
Rasva, E%	31.4 ± 6	25	6.4 (4.1 – 8.7)	<0.001
Tyydyttyneet rasvat, E%	12.8 ± 3.4	10	2.8 (1.5 – 4.0)	<0.001
Monoetenoidit, E%	10.2 ± 2.2	10	0.2 (-0.6 – 1.0)	0.55
Polyetenoidit, E%	5.1 ± 1.3	5	0.1 (-0.4 – 0.6)	0.55
D-vit, µg/l	6.5 ± 3.7	10	-3.5 (-4.9 – -2.1)	<0.001
E-vit, mg	8.6 ± 2.8	8	0.6 (-0.4 – 1.7)	0.22
Foolihappo, µg	259.2 ± 58.8	300	-41 (-62.7 – -18.8)	<0.001
B ₁₂ -vit, µg	5.3 ± 2.1	2	3.3 (2.6 – 4.1)	<0.001
B ₁ -vit, mg/l	1.1 ± 0.3	1.1	0 (-0.1 – 0.1)	0.95
B ₂ -vit, mg	1.6 ± 0.3	1.2	0.4 (0.2 – 0.5)	<0.001
B ₃ -vit, NE	30 ± 4.3	14	16 (14.4 – 17.6)	<0.001
B ₆ -vit, mg	1.7 ± 0.3	1.2	0.5 (0.4 – 0.7)	<0.001
C-vit, mg/l	87.5 ± 51.2	75	13 (-6.6 – 31.6)	0.53
Retekv, µg/l	884.9 ± 352	700	185 (53.6 – 316.1)	0.02
Fosfori, mg	1339.4 ± 238	600	739 (650.4 – 828.4)	<0.001
Kalsium, mg	920.2 ± 267	800	120 (20.4 – 219.9)	0.02
Natrium, mg	2554.2 ± 592	2000	554 (333.2 – 775.1)	<0.001
Kalium, mg	3384.9 ± 572	3100	285 (71.3 – 498.5)	0.01
Magnesium, mg	344.6 ± 60.2	280	65 (42.1 – 87.0)	<0.001
Rauta, mg	9.8 ± 1.9	9	0.8 (0.1 – 1.5)	0.03
Sinkki, mg	10.2 ± 2	7	3.2 (2.5 – 4.0)	<0.001
Seleeni, µg	66.3 ± 11	50	16 (12.2 – 20.4)	<0.001
Jodi, µg	174.5 ± 42.4	150	25 (8.6 – 40.3)	<0.001

Testattu yhden otoksen t-testillä

¹Testattu Wilcoxon merkittävien sijalukujen testillä

7.4 Ravintoaineiden yhteys lihaksen kokoon ja koostumukseen

Proteiinien saannin yhteyttä reisilihaksen kokoon ja koostumukseen tarkasteltiin lineaarisella regressioanalyysillä (taulukko 8). Vuorokauden aikainen proteiinien saanti oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä reisilihasten suhteelliseen osuuteen ja lihasaition sisään kertyneen rasvakudoksen pinta-alaan sekä vakioimattomassa että vakioidussa mallissa. Proteiinien saanti, viimeisistä kuukautisista ja hormonin käyttö selittävät 28 prosenttia reisilihaksen suhteellisen osuuden vaihtelusta koko reiden poikkipinta-alasta. Analyysi osoitti, että mitä suurempi oli proteiinien vuorokauden aikainen saanti, sitä suurempi oli reisilihasten suhteellinen osuus koko reiden poikkipinta-alasta ja sitä pienempi oli rasvakudoksen pinta-ala lihasaition sisällä. Lihaksen absoluuttinen poikkipinta-ala ja tiheys eivät olleet tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä vuorokauden aikaiseen proteiinien saantiin.

Aineistosta tarkistettiin myös proteiinien saannin ja kehon rasvattoman massan keskinäinen yhteys. Yhteyttä tarkasteltiin proteiinien painokilo kohtaista saantia ja rasvatonta massaa kuvaavien muuttujien jäännösarvojen korrelaatiolla, näin painon vaikutus muuttujissa eliminoidiin. Tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei havaittu.

TAULUKKO 8. Proteiinien saannin yhteys lihaksen kokoon ja koostumukseen. Regressiokerroin (B), luottamusväli (lv), mallin *p*-arvo ja mallin selitysaste (R²)

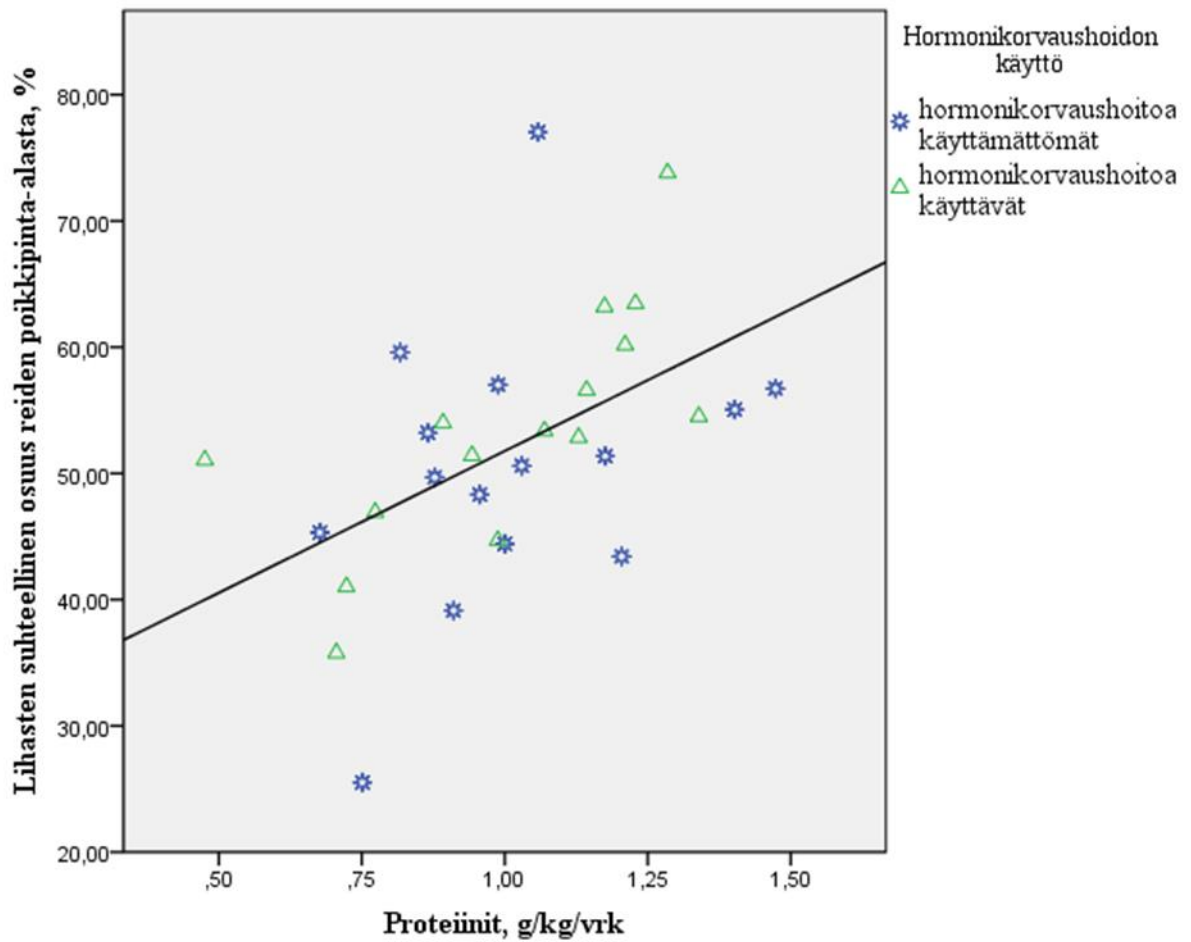
	Malli 1		Malli 2 ¹		R ²
	B	(95 % lv) Mallin <i>p</i> -arvo	B	(95 % lv) Mallin <i>p</i> -arvo	
Lihasten suhteellinen osuus reiden poikkipinta-alasta, %	22.5**	(7.6 – 37.3) 0.004	23.1**	(7.6 – 38.5) 0.031	0.28
Reisilihasten poikkipinta-ala, mm ²	-702	(-2745.5 – 1341.4) 0.487	-623.4	(-2750.2 – 1503.4) 0.666	0.06
Lihaksen tiheys, HU	-0.7	(-8.6 – 7.3) 0.869	-0.3	(-8.7 – 8.1) 0.968	0.01
Lihassaition sisään kertyneen rasva-alueen poikkipinta-ala, mm ²	1489**	(-2412.5 – -565.5) 0.003	1600**	(-2554 – -646.1) 0.017	0.32

** *p* < 0.01

Lineaarinen regressioanalyysi, taulukossa esitetty neljä erillistä mallia

¹Vakioitu HRT:n käytöllä ja ajalla viimeisten kuukautisen loppumisesta, vuosina

Reisilihasten suhteellisen osuuden ja proteiinien saannin välistä yhteyttä tarkasteltiin myös sirontakuvion avulla (kuva 3). Kuviossa huomioitiin hormonikorvaushoidon käyttö. Kuvio havainnollistaa proteiinien saannin ja reisilihasten suhteellisen osuuden välisen yhteyden.



KUVA 3. Proteiinien saannin yhteys lihasten suhteelliseen osuuteen reiden poikkipinta-alasta hormonikorvaushoitoa käyttävällä ja käyttämättömällä.

8 POHDINTA

Tässä tutkielmassa havaittiin, että lihaksen kannalta tärkeät ravintoaineet, proteiinit ja D-vitamiini, jäivät alle valtion ravitsemusneuvottelukunnan suositusarvojen. Tutkimusaineistossa tutkittavien päivittäinen proteiinien saanti (yksi gramma painokiloa kohti) jäi saantisuosituksen alapuolelle siitäkin huolimatta, että analyysi tehtiin saantisuosituksen alarajarvon mukaan. Riittämättömästä proteiinien saannista on näyttöä myös muissa suomalaisissa tutkimuksissa. Finravinto 2012 -tutkimuksessa työikäiset naiset saivat ravinnosta 72 g proteiinia, kun taas ikääntyvät naiset enää 62 g (Finravinto 2012 -tutkimus 2013). Vikstedt ym. (2011) havaitsivat tutkimuksessaan, että iäkkäistä 47 prosenttia sai proteiinia päivässä vähemmän kuin 60 g. Terveys-2000 tutkimuksen mukaan proteiinien saanti koko energiamäärästä kasvaa koko eliniän, paitsi iäkkäänä sen saanti kääntyy laskuun (Terveys 2000 -tutkimus 2008). Amerikkalaisissa tutkimuksissa on myös viitteitä siitä, että ikääntyvien naisten proteiinien saanti ei ole riittävää (Kerstetter ym. 2003; Fulgoni 3rd 2008; Mithal ym. 2013). Näiden perusteella voisi arvioida, että tutkittavien henkilöiden tulisi lisätä ruokavaliossa proteiinien saantia, jotta voitaisiin ehkäistä mahdollista sarkopenian syntyä. Tässä tutkielmassa jo suositusarvojen alle jääneellä proteiinien saannilla oli yhteys lihaksen kokoon ja koostumukseen.

Tässä tutkimuksessa tutkittavien D-vitamiinin saanti jäi huomattavasti alle saantisuositusarvojen. Kesimäärin tutkittavat saivat D-vitamiinia 6.5 µg vuorokaudessa. Diabeteksen ehkäisyn ja hoidon kehittämisohjelman (Dehko) 2D-hankkeen (D2D) väestötutkimuksessa vuonna 2007 todettiin, että D-vitamiinin puutos oli naisilla yleisempää kuin miehillä. Varsinkin niillä naisilla joiden painoindeksi oli yli 35, D-vitamiinin puutos oli huomattavaa (Miettinen ym. 2013). Myös Suominen ym. (2007) totesivat omassa tutkimuksessaan, että 21.3 prosenttia tutkittavista saivat D-vitamiinia suositeltavan 10 µg tai enemmän vuorokaudessa ja vain 3.6 prosenttia tutkittavista saivat D-vitamiinia 20 µg vuorokaudessa. Dupuy ym. (2013) havaitsivat, että ranskalaiset ikääntyneet naiset saivat D-vitamiinia 54.4 µg viikossa, mikä on alle Ranskassa määritellyn suositusarvon (70 µg/viikko). Finravinto 2012 -tutkimuksessa 25–64-vuotiaiden D-vitamiinin keskimääräinen saanti ruoasta oli 9 µg, joten tutkimusaineistossa tutkittavien D-vitamiinin saanti jäi tätäkin alhaisemmaksi (Finravinto 2012 -tutkimus 2013). Näyttää siltä, että pelkästään ruoasta saatava D-vitamiini ei riitä iäkkäille. Ruokavalio voi olla laadultaan huonoa tai yksipuolista D-vitamiinin osalta. Tästä johtuen iäkkäiden tulisi muuttaa ruokailutottumuksiansa lisäämällä ravintoonsa D-vitamiinia ravintolisinä tai monipuolistamalla ruokavaliota D-vitamiinirikkaammaksi.

Muiden ravintoaineiden osalta havaittiin tutkittavien saavan useassa ravintoaineryhmässä ravintoaineita enemmän kuin mitä valtion ravitsemusneuvottelukunta suosittelee. Vaikka tiettyjä ravintoaineita saadaan liikaa, ei varsinkaan vesiliukoisilla vitamiineilla (B-ryhmän vitamiineilla ja C-vitamiinilla), joita saadaan normaalista ruuasta, ole todettu olevan merkittäviä haitallisia vaikutuksia elimistölle (Aro 2013b). Rasvaliukoisista vitamiineista A- ja D-vitamiini voivat aiheuttaa myrkytysoireita, jos niitä saadaan runsaasti (Aro 2013b). Suurina annoksina kivennäisaineilla kuten rasvaliukoisilla vitamiineillakin on haittavaikutuksia (Aro 2013a). Eräänä löydöksenä foolihapon saanti jäi valtion ravitsemusneuvottelukunnan antamien suositusarvojen alapuolelle, tulos on samansuuntainen kuin Finravinto 2012 -tutkimuksesta saatu havainto. Kyseisessä tutkimuksessa todettiin, että työikäisten naisten ruokavalio sisälsi liian vähän rautaa ja foolihappoa suhteessa energiaan. Ikääntyvien ruokavaliossa oli liian vähän D-vitamiinia ja foolihappoa. Näiden tutkimustulosten perusteella olisi erityisen tärkeä kiinnittää huomiota D-vitamiinin, foolihapon ja proteiinien saantiin vaihdevuosi-ikäisillä naisilla. Varsinkin kun näyttää siltä, että juuri nämä vaihdevuosi-ikäisille naisille erityisen tärkeiden ravintoaineiden saanti ei täytä suosituksia.

Energjaravintoaineiden saanti poikkesi valtion ravitsemusneuvottelukunnan viitearvosta kaikissa liikunta-aktiivisuusryhmissä. Vähän liikkuvat saivat energiaa liian paljon, ja kohtuullisesti sekä aktiivisesti liikkuvien energian saanti oli liian vähäistä. Kuitenkin kaikkien ryhmien energian saanti jäi Finravinto 2012 -tutkimuksessa todetun 25–64-vuotiaiden naisten keskimääräisen energian saannin alle (Finravinto 2012 -tutkimus 2013). Ravintosuunnittelussa tulisi huomioida paremmin liikunnan vaikutus energian kulutukseen, jolloin turvataan riittävä energian saanti niille iäkkäille, jotka liikkuvat aktiivisesti tai kohtuullisesti. Näin mahdollistetaan liikunnan positiivinen vaikutus luurankolihasille, kun energian saanti on tasapainossa kulutuksen kanssa.

Tässä tutkielmassa saatiin näyttöä, että lihasten osuus reiden poikkipinta-alasta ja proteiinien saanti korreloivat keskenään. Regressioanalyysillä saadussa mallissa lihasten osuus reiden poikkipinta-alasta kasvoi 23 prosenttia, kun proteiinien saanti kasvoi yhdellä grammalla painokiloa kohti. Proteiinien saannilla oli yhteys lisäksi lihasaition rasva-alueeseen. Lihasaition rasva-alue pieneni tutkittavan saadessa enemmän proteiineja. Proteiinien saannilla muihin valittuihin lihaksia kuvaaviin muuttujiin ei havaittu olevan yhteyttä. Tulokset olivat varsin selviä, vaikka aineisto oli melko pieni. Hormonikorvaushoidon käyttö huomioitiin lisäämällä se

regressiomalliin vakioivana tekijänä. Hormonikorvaushoidon käyttö nosti mallin selitysastetta ja osoitti, että sillä oli samansuuntainen vaikutus kuin proteiinien saannilla. Tästä on näyttöä myös muissa tutkimuksissa, joissa on havaittu hormonikorvaushoidolla olevan edullisia vaikutuksia lihaksen massaan ja lihasvoimaan (Phillips ym. 1993, Sipilä ym. 2001; Tiidus ym. 2013). Tämän tuloksen perusteella näyttää siltä, että proteiinien saanti voisi olla yksi merkittävä tekijä lihaksen koon ja koostumuksen kannalta. Ikääntyessä luurankolihasen koostumusta muuttaa rasvasolujen määrän lisääntyminen, jolloin rasvakudoksen osuus lihaskudoksessa kasvaa (Messier ym. 2011). Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että riittävä proteiinien saanti (Houston ym. 2008; Kerstetter ym. 2003; Mithal ym. 2013), hormonaaliset muutokset (Visser ym. 2003, Sipilä ym. 2013), liikunnan puute sekä D-vitamiinin saanti (Chevalier ym. 2003; Houston ym. 2008; Buford ym. 2010; Radavelli-Bagatini 2014) ovat yhteydessä lihaksen laatuun. Riittävä proteiinien saanti vähentää ikääntyvien naisten mahdollista sarkopenian syntyä (Phillips ym. 1993; Janssen ym. 2000; Visser ym. 2003; Sipilä ym. 2013). Näin ollen proteiinien ja D-vitamiinin saanti on erityisen tärkeää vähän liikkuville ikääntyville naisille. Myös siinä tapauksessa, kun hormonikorvaushoidon käyttö ei ole mahdollista, D-vitamiinin ja proteiinien saannin merkitys iäkkäiden naisten ruokavaliossa korostuu. Ikääntyessään naisten tulisi kiinnittää erityistä huomiota keinoihin, joilla lihaksen massa, laatua ja voimaa voidaan ylläpitää

Tässä tutkimuksessa D-vitamiinin saannilla ja valituilla lihasmuuttujilla ei havaittu keskinäistä korrelaatiota, joten D-vitamiinin saannin osalta ei tehty regressioanalyysiä, eikä näin ollen saatu näyttöä D-vitamiinin saannin ja lihaksen koon ja koostumuksen yhteydestä. Aiemman tutkimustiedon perusteella kuitenkin tiedetään, että D-vitamiinilla on yhteys lihaksen laatuun ja voimaan (Maltais ym. 2009; Buford ym. 2010; Kim ym. 2011).

Tämän tutkielman heikkoutena voidaan pitää pientä aineistoa. Tutkittavien määrä oli yhteensä 30 eli 15 identtistä kaksosisarparia. Koska aineisto oli näin pieni, haasteellista oli tilastollisen analyysin tekeminen, sillä regressiomalleihin ei voinut sisällyttää useita selittäviä muuttujia. Regressiomallit yleisesti ottaen vaativat riittävän suuren havaintojen määrän, jotta tulokset ovat luotettavia. Voi olla, että muutamat ääripään arvot voivat vaikuttaa analyysin tuloksissa, mutta aineiston pienuuden vuoksi yhtään havaintoa ei poistettu aineistosta. Myös yhteyden toteaminen näin pienestä aineistosta on suuntaa antava.

Tutkielman vahvuutena voidaan pitää sitä, että tutkimusaineisto oli huolellisesti kerätty ja tallioitu, eikä puuttuvia arvoja ollut. Lisäksi aineisto oli erittäin monipuolinen ja tutkielman vahvuutena voidaan pitää sisarten monotsygoottisuutta. Eli heillä perimä on täysin sama (100 %) verrattuna ditsygoottisiin kaksosiin, joiden perimä on yhtä samanlainen kuin sisaruksilla yleensäkin eli keskimäärin 50 prosenttia (Stevens ym. 2012). Sisaruksilla on myös oletettavasti ollut sama kasvuympäristö ja elintavat lapsuudessa ja nuoruudessa, joka on vaikuttanut sisaruksiin samalla tavalla.

Tutkimusaineisto oli kerätty kolmella kyselylomakkeella (peruskyselylomake, ravintokyselylomake, lääkärintarkastuslomake) sekä lisäksi tutkittavat olivat täyttäneet viiden vuorokauden ajan ruokapäiväkirjaa. Kaikille tutkittaville suoritettiin laboratoriomittaukset sekä lääkärintarkastus. Kyselylomakkeet tutkittavat täyttivät omassa kodissa, joten tutkija ei ole voinut vaikuttaa tutkittavan vastauksiin. Mahdollista on, että tutkittavat ovat vastanneet väärin esitettyihin kysymyksiin, koska eivät ole ymmärtäneet kysymystä oikein tai vastausvaihtoehdoista ei ole löytynyt sopivaa vaihtoehtoa. Mutta toisaalta tutkittavilla on ollut mahdollisuus soittaa tutkimuskoordinaattorille, jos on ollut hankaluutta kysymyksen ymmärryksessä ja vastausvaihtoehdot on voitu käydä yhdessä läpi. Lisäksi tutkittavat olivat terveitä, eikä iältään kovin vanhoja, joten voidaan olettaa, että vastaajat ovat ymmärtäneet kysymykset.

Ruoka- ja ravintoaineiden saantia mitattiin ruuankäyttökyselyssä, jossa ruoka-aineet oli jaoteltu useaan eri ryhmään. Lisäksi kyselyssä kysyttiin vitamiini- tai kivennäisainevalmisteiden käytöstä sekä vitamiinoitujen elintarvikkeiden käyttö. Ruokapäiväkirjan pitämiseen tutkittavat saivat tarkat ohjeet, jossa neuvottiin merkitsemään kaikki nautittu ruoka ja juoma omalle sarakkeelle tuotteiden kauppanimellä sekä määrät talousmittoina. Tutkittavien tuli myös ilmoittaa ruuan valmistustapa. Ruokapäiväkirjan täyttäminen on haastavaa. Ruokapäiväkirjan luotettavuuteen vaikuttaa tutkittavien kirjaamismotivaatio ja määrällinen ja laadullinen merkitsemistapa. Ali- ja yliportoinnin lisäksi ruokapäiväkirjan tuloksia voi muuttaa tutkittavien ruokailutottumusten muuttuminen terveellisemmäksi, suositusten mukaisiksi. Kirjaamisen tarkkuus ja hankaluus voivat muuttaa tutkittavien ruokailutottumuksia helposti kirjattaviin ruokiin.

Lihaksen kokoa ja koostumusta on mitattu standardoituilla menetelmillä, joten näitä tuloksia voidaan pitää varsin luotettavina. Muihin kehon koostumus mittauksiin voi liittyä virhemah-

dollisuuksia, mutta toisaalta tässä tutkielmassa BIA-mittaustuloksia ei hyödynnetty, sillä CT-tutkimuksen tuloksista saatiin tarpeelliset lihaksen kokoa ja koostumusta kuvaavat muuttajat. Lisäksi aineistosta tarkistettiin proteiinien saannin ja kehon rasvattoman massan välinen yhteys, joka ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Energian- ja ravintoaineiden saanti tulisi olla tasapainossa kulutukseen kanssa. Tieto proteiinien ja D-vitamiinin positiivisesta vaikutuksesta lihaksen koostumukseen tulisi auttaa kehittämään ennaltaehkäiseviä menetelmiä iäkkäiden ravitsemuksessa. Tietoa tulisi antaa siellä missä iäkkäät toimivat ja liikkuvat. Tiedon tulee olla helposti saatavilla myös iäkkäälle, jotta tietoa voidaan hyödyntää arkirokoailussa. Iäkkään henkilön ravitsemustilaa tulisi seurata samalla tavalla kuin nykyisin seurataan iäkkään verenpainetta hänen käydessä vuositarkastuksessa lääkärin tai sairaanhoitajan luona. Ravitsemustilaa voidaan kartoittaa käyttämällä ravitsemustilan arviointiin suunniteltuja mittareita, esimerkiksi MNA

Jatkossa olisi mielenkiintoista tehdä pitkäaikaisseuranta samalla aineistolla, jolloin saataisiin useampia mittauskertoja ja mahdollisesti voitaisiin arvioida paremmin ravintoaineiden vaikutusta lihaksen laatuun. Vastaavalla tavalla voitaisiin seurata tapahtuuko ravintoaineiden saannissa identtisillä kaksossisarpareilla muutosta heidän ikääntyessään. D-vitamiinilla ei ollut tässä tutkimuksessa merkittävää roolia, mutta jos D-vitamiinin suhteen tapahtuisi ravitsemuksellinen muutos suositusten mukaiseksi, D-vitamiinin saannin muutoksen vaikutusta lihaksen laatuun voitaisiin seurata pitkittäistutkimuksella.

9 LÄHTEET

Ahmed, T. & Haboubin, N. 2010. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. *Clinical Interventions in Aging* 5, 207–216.

Ahonen, J. 1998. Kehon rakenne, toiminta ja lihashuolto. 5 uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus.

American Geriatrics Society Workgroup on Vitamin D Supplementation for Older Adults. 2014. Recommendations Abstracted from the American Geriatric Society Consensus Statement on Vitamin D for Prevention of Falls and Their Consequences. *Journal of the American Geriatrics Society* 62 (1), 147–152.

Armas, L. A. G., Hollis, B. W. & Heaney, R. P. 2004. Vitamin D2 Is Much Less Effective than Vitamin D3 in Humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89 (11), 5387–5391.

Arnal, M.-A., Mosoni, L., Boirie, Y., Houlier, M.-L., Morin, L., Verdier, E., Ritz, P., Antoine, J.-M., Prugnaud, J., Beaufrère, B. & Mirand, P. P. 1999. Protein pulse feeding improves protein retention in elderly women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 69 (6), 1202–1208.

Aro, A. 2005. D-vitamiini–monivaikutteinen hormoni. *Suomen Lääkärilehti* 121, 1749–1754.

Aro, A. 2013a. Kivennäisaineet ja liikasaanti. *Terveyskirjasto, Duodecim*. Viitattu 26.4.2014 http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=skr00033

Aro, A. 2013b. Vitamiinin yliannostus. *Terveyskirjasto, Duodecim*. Viitattu 26.4.2014. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=skr00023.

Babyar S. R. & Krasilovsky G. 2006. Impaired Muscle Performance (Pattern C). Teoksessa M. Moffat, E. Rosen & S. Rusnak-Smith (toim.) *Musculoskeletal Essentials: Applying the preferred Physical Therapist Practice Patterns (SM) (Essentials in Physical Therapy)*. 1. painos. USA: SLACK Incorporated, 55.

Baumgartner, R. N., Waters D. L., Gallagher, D., Morley J. E. & Garry P. J. 1999. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mechanisms of Ageing and Development* 107 (2), 123–136.

Bijlsma, A. Y., Meskers C. G. M., Westendorp, R. G. J. & Maier, A. B. 2012. Chronology of age-related disease definitions: Osteoporosis and sarcopenia. *Ageing Research Reviews* 11 (2), 320–324.

Bischoff-Ferrari, H., Dawson-Hughes, B., Staehelin, H. B., Orav, J. E., Stuck, A. E., Theiler, R., Wong, J. B., Egli, A., Kiel, D. P. & Henschkowski, J. 2009. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomized controlled trials. *British Medical Journal* 339 (7725), 843–846.

Ble, A., Cherubini, A., Volpato, S., Bartali, B., Walston, D., Windham, B. G., Bandinelli, S., Lauretani, F., Guralnik, J. M. & Ferrucci, L. 2006. Lower Plasma Vitamin E Levels Are Associated With the Frailty Syndrome: The InCHIANTI Study. *Journal of Gerontology Series A Biological Sciences and: Medical sciences* 61 (3), 278–283.

Boirie, Y. 2009. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *The Journal of Nutrition, Health & Aging* 13 (8), 717–723.

Bouillanne, O., Cruis, E., Hamon-Vilcot, B., Nicolis, I., Chrétien, P., Schauer, N., Vincent, J-P., Cynober, L. & Aussel C. 2013. Impact of protein pulse feeding on lean mass in malnourished and at-risk hospitalized elderly patients: A randomized controlled trial. *Clinical Nutrition* 32 (2), 186–192.

Brown, M. 2008. Skeletal muscle and bone: effect of sex steroids and aging. *Advances in Physiology Education* 32 (2), 120–126.

Buford, T. W., Anton, S. D., Judge, A. R., Marzetti, E., Wohlgemut, S. E., Carter, C. S., Leeuwenburgh, C., Pahor, M. & Manini, T. M. 2010. Models of Accelerated Sarcopenia: Critical Pieces for Solving the Puzzle of Age-Related Muscle Atrophy. *Ageing Research Reviews* 9 (4), 369–383.

Chernoff, R. 2005. Micronutrient requirements in older women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 81(5), 1240–1245.

Chevalier, S., Gougeon, R., Nayar, K. & Morais, J. A. 2003. Frailty amplifies the effects of aging on protein metabolism: role of protein intake. *The American Journal of Clinical Nutrition* 78 (3), 422–429.

Clark, B. C. & Manini, T. M. 2012. What is dynapenia? *Nutrition* 28 (5), 495–502.

Cruz-Jentoft, A., Baeyens, J., Bauer, J., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F., Michel, J-P., Rolland, Y., Schneider, S., Topinková, E., Vandewoude, M. & Zamboni, M. 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Aging* 39 (4), 412–423.

Cummings, S. R., Ettinger, B., Delmas, P. D., Kenemans, P., Stathopoulos, V., Verweij, P., Mol-Arts, M., Kloosterboer, L., Mosca, L., Christiansen, C., Bilezikian, J., Kerzberg, E. M., Johnson, S., Zanchetta, J, Grobbee, D. E., Seifert, W & Eastell, R. 2008. The Effects of Tibolone in Older Postmenopausal Women. *The New England Journal of Medicine* 359, 697–708.

Degens H. & Korhonen, M. T. 2012. Factors contributing to the variability in muscle ageing. *Maturitas* 73 (3), 197–201.

Delmonico, M. J., Harris, T. B., Visser, M., Park, S. W., Conroy, M. B., Velasquez-Mieyer, P., Boudreau, R., Manini, T. M., Nevitt, M., Newman, A. B. & Goodpaster, B. H. 2009. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *The American Journal of Clinical Nutrition* 90 (6), 1579–1585.

Dupuy, C., Lauwers-Cances, V., Kan, G. A. van, Gillette, S., Schott, A. M., Beauchet, O., Annweiler, C., Vellas, B. & Rolland, Y. 2013. Dietary vitamin D intake and muscle mass in older women. Results from a cross-sectional analysis of the EPIDOS study. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 17 (2), 119–124.

- Ennes, D. L. & Tiidus, P. M. 2010. The Influence of Estrogen on Skeletal Muscle: Sex Matters. *Sports Medicine* 40 (1), 41–58.
- Evans, W. & Cyr-Campbell, D. 1997. Nutrition, exercise, and healthy aging. *Journal of the American Dietetic Association* 97 (6), 632–638.
- Faulkner, J., Larkin, L., Claflin, D. & Brooks, S. 2007. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 34 (11), 1091–1096.
- Finravinto 2012 -tutkimus. 2013. Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen raportti. THL Raportti 2013:16. Tampere.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Lutz, K. J & Evans, W. E. 1991. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *Journal of Applied Physiology* 71 (2), 644–650.
- Fulgoni 3rd, V. L. 2008. Current protein intake in America: analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey, 2003–2004. *The American Journal of Clinical Nutrition* 87 (5), 1554–1557.
- Gaffney-Stomberg, E., Insogna, K. L., Rodriguez, N. R. & Kerstetter, J. E. 2009. Increasing Dietary Protein Requirements in Elderly People for Optimal Muscle and Bone Health. *Journal of the American Geriatrics Society* 57 (6), 1073–1079.
- Genaro, P. & Martini, L. A. 2010. Effect of protein intake on bone and muscle mass in the elderly. *Nutrition Reviews* 68 (10), 616–623.
- Greig, C. A. 2013. Nutritional approaches to the management of sarcopenia. *Nutrition Bulletin* 38 (3), 344–348.
- Greenlund, L. J. S. & Nair, K. S. 2003. Sarcopenia—consequences, mechanisms, and potential therapies. *Mechanisms of Ageing and Development* 124 (3), 287–299.

Guigoz, Y., Lauque, S. & Vellas, B. 2002. Identifying the elderly at risk for malnutrition The Mini Nutritional Assessment. *Clinics in Geriatric Medicine* 18 (4), 737–757.

Guigoz, Y. 2006. The Mini Nutritional Assessment (MNA®) Review of the literature—what does it tell us? *The Journal of Nutrition, Health & Aging*. 10 (6), 466–487.

Heikkinen, A., Parviainen, M. T., Tuppurainen, M. T., Niskanen, L., Komulainen, M. H. & Saarikoski, S. 1998. Effects of postmenopausal hormone replacement therapy with vitamin D3 on circulating levels of 25-hydroxyvitamin D and 1,25-dihydroxyvitamin D. *Calcifield Tissue International* 62 (1), 26–30.

Hemminki, E. 2012. Hormonilääkkeiden käytön indikaatiot ovat ennallaan. *Suomen Lääkärilehti* 17 (67), 1318–1319.

Holick, M. F., Biancuzzo, R. M., Chen, T. C., Klein, E. K., Young, A., Bibuld, D., Reitz, R., Salameh, W., Ameri, A. & Tannebaum, A. D. 2008. Vitamin D2 Is as Effective as Vitamin D3 in Maintaining Circulating Concentrations of 25-Hydroxyvitamin D. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 93 (83), 677–681.

Houston, D. K., Nicklas, B. J., Ding, J., Harris, T. B., Tylavsky, F. A., Newman, A. B., Lee, J. S., Sahyoun, N. R., Visser, M. & Kritchevsky S. B. 2008. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* 87 (1), 150–155.

Hansen, R. D., Raja, C., Baber, R. J., Lieberman, D. & Allen, B. J. 2003. Effects of 20-mg oestradiol implant therapy on bone mineral density, fat distribution and muscle mass in postmenopausal women. *Acta Diabetologica* 40 (1), 191–195.

Inzitari, M., Doets, E., Bartali, B., Benetou, V, Di Bari, M., Visser, M., Volopato, S., Gambassi, G., Topinkova, E., De Goot, L. & Salva A. 2011. Nutrition in the age-related disablement process. *The journal of nutrition, health & aging* 8 (15), 599–604.

Jacquelin-Ravel, N. & Pichard, C. 2012. Clinical nutrition, body composition and oncology: A critical literature review of the synergies. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 84 (1), 37–46.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. & Ross, R. 2000. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of Applied Physiology* 89 (1), 81–88.

Javanainen M. Mitä vaihdevuodet ovat? 2007a. Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 11.11.2013. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=avv00002

Javanainen M. Hormonikorvaushoito. 2007b. Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 13.12.2013. http://www.terveyskirjasto.fi/terveysportti/tk.koti?p_artikkeli=avv00026&p_teos=avv&p_osi=107&p_selaus=4565

Javanainen, M. Estrogeeni vähenee. 2007c. Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 24.5.2014. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=avv00004

Jokimaa V. 2010. Munasarja ikääntyminen – mikä muuttuu? *Suomen Lääkärilehti* 65 (39), 3115–3121.

Kadi, F., Charifi, N., Denis, C., Lexell, J., Andersen, J. L., Schjerling, P., Olsen, S. & Kjaer, M. 2005. The behavior of satellite cells in response to exercise: what have we learned from human studies? *Pflügers Archiv – European Journal of Physiology* 451 (2), 319–327.

Kaiser, M., Bauer, J., Rämisch, C., Uter, W., Guigoz, Y., Cederholm, T., Thomas, D., Anthony, P., Charlton, K., Maggio, M., Tsai, A., Vellas, B. & Sieber, C. 2010. Frequency of Malnutrition in Older Adults: A Multinational Perspective Using the Mini Nutritional Assessment. *Journal of the American Geriatrics Society* 58 (9), 1734–1738.

Kaprio, J., Sarna, S., Koskenvuo, M. & Rantasalo, I. 1978. The Finnish Twin Registry: formation and compilation, questionnaire study, zygosity determination procedures, and research program. *Progress in Clinical and Biological Research* 24, 179–184.

Katsiaras, A., Newman, A., Kriska, A., Brach, J., Krishnaswami, S., Feingold, E., Kritchevsky, S., Rongling, L., Harris, T., Schwartz, A. & Goodpaster, B. 2005 Skeletal muscle fatigue, strength, and quality in the elderly: the Health ABC Study. *Journal of Applied Physiology* 99 (1), 210–216.

Kauranen K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. *Julkaisusarja*, nro 167. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry (LTS).

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. *Julkaisusarja*, nro 166. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry (LTS).

Kenny, A., Dawson, L., Kleppinger, A., Iannuzzi-Sucich, M. & Judge, J. 2003. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in nonobese women who long-term users of estrogen-replacement therapy. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 58 (5), 36–40.

Kenny, A. M., Kleppinger, A., Wang, Y. & Prestwood, K. M. 2005. Effects of Ultra-Low Estrogen Therapy on Muscle and Physical Function in Older Women. *Journal of the American Geriatrics Society* 53 (11), 1973–1977.

Kerstetter, J. E., O'Brien, K. O. & Insogna, K. L. 2003. Dietary protein, calcium metabolism, and skeletal homeostasis revisited. *The American Journal of Clinical Nutrition* 78 (3), 584–592.

Kim, M. K., Baek, K. H., Song, K.-H., Kang, M. I., Parka, C. Y., Lee, W. Y. & Oh, K. W. 2011. Vitamin D deficiency is associated with sarkopenia in older Koreans, regardless of obesity: The fourth Korean National Health and Nutrition examination. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 96 (10), 3250–3256.

Knight, J. A., Wong, J., Blackmore, K. M., Rahoud, J. M. & Vieth, R. 2010. Vitamin D association with estradiol and progesterone in young women. *Cancer Causes Control* 21 (3), 479–483.

Korpela, M., Pettersson, T., Strandberg, T., Löfberg, M. & Kiuru-Enari, S. 2011. Vanhusten lihasongelmat. *Suomen lääkäri-lehti* 66 (34), 2409–2416.

Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D. & Karsegard, L. 2001. Original Communication Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *European Journal Clinical Nutrition* 55 (8), 663–672.

Lamberts, S., Van den Beld, A. & Van der Lely, A. 1997. The Endocrinology of Aging. *Science* 278 (5337), 419–424.

Lang, T., Streeper, T., Cawthon, K., Baldwin, D. R. & Harris, T. B. 2010. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International* 21 (4), 543–559.

Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A. M., Rantanen, T., Guralnik, J. M. & Ferrucci L. 2003. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology* 95 (5), 1851–1860.

Luoto, R. 2005. Elämäntavat, syöpä ja hormonihoitot - 2000 -luvun hyvät, pahat ja rumat. *Suomen lääkäri-lehti* 66 (33), 3117.

Maltais, M., Desroches, J. & Dionne, I. 2009. Changes in muscle mass and strength after menopause. *Journal of Musculoskeletal and Neuromuscular Interactions* 9 (4), 186–197.

Mathei, C., Pottelbergh G. van, Vaes, B., Adriaensen, W., Gruson, D. & Degryse, J-M. 2013. No relation between vitamin D status and physical performance in the oldest old: results from the Belfrail study. *Age and Ageing* 42 (2), 186–190.

Messier, V., Rabasa-Lhort, R., Barbat-Artigas, S., Elisha, B., Karelis, A. & Aubertin-Leheudre, M. 2011. Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones. *Maturitas* 68 (4), 331–336.

Miettinen, M., Kinnunen, L., Keinänen-Kiukaanniemi, S., Korpi-Hyövälti, E., Niskanen, L., Oksa, H., Saaristo, T., Sundvall, J., Tuomilehto, J., Vanhala, M., Uusitupa, M. & Peltonen, M. 2013. D-vitamiinin puutos on yleistä suomalaisessa aikuisväestössä – D2D -väestötutkimus 2007. *Suomen Lääkärilehti* 4 (68), 211–215.

Mikkola T. 2012. Vaihdevuosien hormonihoidon vaikutuksia arvioitu uudelleen. *Suomen Lääkärilehti* 16 (67), 1239–1243.

Mithal, A., Bonjour, J.-P., Boonen, S., Burckhardt, P., Degens, H., El Hajj Fuleihan, G., Josse, R., Lips, P., Torres, J. M., Rizzoli, R., Yoshimura, N., Wahl, D. A., Cooper, C. & Dawson-Hughes, B. 2013. Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. *Osteoporosis International* 24 (5), 1555–1566.

Moilanen, J., Aalto, A.-M., Hemminki, E., Aro, A. R., Raitanen, J. & Luoto, R. 2010. Prevalence of menopause symptoms and their association with lifestyle among Finnish middle-aged women. *Maturita* 67 (4), 368–374.

Morley, J. E., Baumgartner, R. N., Roubenoff, R., Mayer, J. & Nair, K. S. 2001. Sarcopenia. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 137 (4), 231–243.

Morley J. E. 2008. Sarcopenia: diagnosis and treatment. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 12 (7), 452–456.

Morley, J. E., Argiles, J. M., Evans, W. J., Bhasin, S., Cella, D., Deutz, N. E., Doehner, W., Fearon, K. C., Ferrucci, L., Hellerstein, M. K., Kalantar-Zadeh, K., Lochs, H., MacDonald, N., Mulligan, K., Muscaritoli, M., Ponikowski, P., Posthauer, M. E., Rossi Fanelli, F., Schambelan, M., Schols, A. M., Schuster, M. W. & Anker, S. D. 2010. Nutritional Recommendations for the management of sarcopenia. *Journal of American Medical Directors Association* 11 (6), 391–396.

NIH State-of-the Science Panel. 2005. National Institutes of Health States-of-the-Science Conference statement: management of menopause-related symptoms. *Annals of Internal Medicine* 142 (12 Pt 1), 1003–1013.

Nuojua-Huttunen, S. & Koivunen, R. 2004. Hormonikorvaushoidon edut ja haitat. Suomen Lääkärilehti 59 (6), 499–505.

Nuutinen, O., Siljamäki-Ojansuu, U. & Peltola T. 2010. Vajaaravitsemuksen riskin seulonta. Suomen lääkäri-lehti 44 (65), 3605–3608.

Patel, H. P., Syddall, H. E., Jameson, K., Robinson, S., Denison, H., Roberts, H. C., Edwards, M., Dennison, E., Cooper, C. & Aihie Sayer, A. 2013. Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older people in the UK using the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition: findings from the Hertfordshire Cohort Study (HCS). *Age and Ageing* 42 (3), 378–384.

Phillips, S. K., Rook, K. M., Siddle, N. C., Bruce, S. A. & Woledge, R. C. 1993. Muscle weakness in women occurs at an earlier age than in men, but strength is preserved by hormone replacement therapy. *Clinical Science* 84 (1), 95–98.

Prior, J. C. 1998. Perimenopause: The Complex Endocrinology of the Menopausal Transition. *Endocrine Reviews* 19 (4), 397–428.

Prior, J. C. 2005. Clearing confusion about perimenopause. *British Columbia Medical Journal* 47 (10), 538–542.

Prior, J. C., Seifert-Klauss, V. & Hale, G. 2013. The Endocrinology of Perimenopause-New Definitions and Understandings of Hormonale and Bone Changes. Teoksessa V. Dvarnyk (toim.) *Current Topics in Menopause*. China: Bentham e Books, 54–61.

Prossnitz, E. R., Jeffrey B., Arterburn, J. B. & Sklar, L. A. 2007. GPR30: a G protein-coupled receptor for estrogen. *Molecular and Cellular Endocrinology* 265–266, 138–142.

Purohit, A. & Reed, M. J. 2002. Regulation of estrogen synthesis in postmenopausal women. *Steroids* 67 (12), 979–983.

Pöllänen, E., Fey, V., Törmäkangas, T., Ronkainen, P. H. A., Taffee, D. R., Takala, T., Koskinen, S., Cheng, S., Puolakka, J., Kujala, U. M., Suominen, H., Sipilä, S. & Kovanen, V. 2010a. Power training and postmenopausal hormone therapy affect transcriptional control of specific co-regulated gene clusters in skeletal muscle. *Age* 32 (3), 347–363.

Pöllänen, E., Ronkainen, P. H. A., Horttanainen, M., Takala, T., Puolakka, J., Suominen, H., Sipilä, S. & Kovanen, V. 2010b. Effects of combined hormone replacement therapy or its effective agents on the IGF-1 pathway in skeletal muscle. *Growth Hormone & IGF Research* 20 (5), 372–379.

Pöllänen, E., Sipilä, S., Alen, M., Ronkainen, P. H. A., Ankarberg-Lindgren, C., Puolakka, J., Suominen, H., Hämäläinen, E., Turpeinen, U., Kontinen, Y. & Kovanen, V. 2011. Differential influence of peripheral and systemic sex steroids on skeletal muscle quality in pre- and postmenopausal women. *Aging Cell* 10 (4), 650–660.

Qaisar, R., Renaud, G., Hedström, Y., Pöllänen, E., Ronkainen, P. H. A., Kaprio, J., Alen, M., Sipilä, S., Artemenko, K., Bergquist, J., Kovanen, V. & Larsson, L. 2013. Hormone replacement therapy improves contractile function and myonuclear organization of single muscle fibres from postmenopausal monozygotic female twin pairs. *The Journal of Physiology* 591 (9), 2333–2344.

Radavelli-Bagatini, S., Zhu, K., Lewis, J. R. & Prince, R. L. 2014. Dairy Food Intake, Peripheral Bone Structure and Muscle Mass in Elderly Ambulatory Women. *Journal of Bone and Mineral Research*. doi: 10.1002/jbmr.2181.

Rannevik, G., Jeppsson, S., Johnell, O., Bjerre, B., Laurell-Borulf, Y. & Svanberg, L. 2008. Reprint of A longitudinal study of the perimenopausal transition: altered profiles of steroid and pituitary hormones, SHBG and bone mineral density. *Mauritas* 21 (2), 103–113.

Ravitsemussuositukset ikääntyneille. 2010. Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta.

Rennie M. 2005. Body maintenance and repair: how food and exercise keep the musculoskeletal system in good shape. *Experimental Physiology* 90 (4), 427–436.

Ribom, E. L., Piehl-Aulin, K., Ljunghall, S., Ljunggren, Ö. & Naessén, T. 2002. Six months of hormone replacement therapy does not influence muscle strength in postmenopausal women. *Maturitas* 42 (3), 225–231.

Ronkainen, P. H. A., Kovanen, V., Alén, M., Pöllänen, E., Palonen, E-M., Ankarberg-Lindgren, C., Hämäläinen, E., Turpeinen, U., Kujala, U. M., Puolakka, J., Kaprio, J. & Sipilä, S. 2009. Postmenopausal hormone replacement therapy modifies skeletal muscle composition and function: a study with monozygotic twin pairs. *Journal of Applied Physiology* 107 (1), 25–33.

Ronkainen, P. H. A., Pöllänen, E., Alén, M., Pitkänen, R., Puolakka, J., Kujala, U. M., Kaprio, J., Sipilä, S. & Kovanen, V. 2010. Global gene expression profiles in skeletal muscle of monozygotic female twins discordant for hormone replacement therapy. *Aging cell* 9 (6), 1098–1110.

Rosenberg, I. H. 1997. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *The Journal of Nutrition* 127 (5), 9905–9915.

Salminen M. 2003. Ääreishermosto. Teoksessa H. Sariola (toim.) *Solusta yksilöksi Kehitysbiologia*. 1. painos. Helsinki: Duodecim, 181.

Samson, M. M., Meeuwssen, I. B. A. E., Crowe, A., Dessens, J. A. G., Duursma, S. A. & Verhar, H. J. J. 2000. Relationship between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age and Ageing* 29 (3), 235–242.

Salvà, A., Corman, B., Andrieu, S., Salas, J., Vellas, B. & International Association of Gerontology/International Academy of Nutrition and Aging (IAG/IANA) Task Force. 2004. Minimum Data Set for Nutritional Intervention Studies in Elderly People. *Journal of Gerontology* 7 (59), 724–729.

Sarlio-Lähteenkorva, S., Finne-Soveri, H., Hakala, P., Hakala-Lahtinen, P., Männistö, S., Pitkälä, K., Soini, H. & Suominen, M. 2009. Ikääntyneiden ravitsemus kuntoon - uudet suositukset viittoittavat tietä. *Gerontologia* 23 (4), 230–232.

Schoenaker, D., Jackson, C. A., Rowlands, J. V. & Mishra, G. D. 2014. Socioeconomic position, lifestyle factors and age at natural menopause: a systematic review and meta-analyses of studies across six continents. *International Journal of Epidemiology* 1–21.

doi:10.1093/ije/dyu094.

Semba, R. D., Blaum, C., Guralnik, J. M., Moncrief, D. T., Ricks, M. O. & Fried, L. P. 2003. Carotenoid and vitamin E status are associated with indicators of sarcopenia among older women living in the community. *Aging Clinical and Experimental Research* 15 (6), 482–487.

Sharkey, J., Johnson, C. & Dean, W. 2012. Physical limitation in meal preparation and consumption are associated with lower musculoskeletal nutrient (calcium, vitamin D, magnesium, and phosphorus) intakes in homebound older adults. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 16 (16), 675–678.

Sillanpää, E., Cheng, S., Häkkinen, K., Finni, T., Walker, S., Pesola, A., Ahtiainen, J., Stenroth, L., Selänne, H. & Sipilä, S. 2014. Body Composition in 18- to 88-Year-Old Adults –Comparison of Multifrequency Bioimpedance and Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *Obesity a Research Journal* 22 (1), 101–109. doi:10.1002/oby.20583.

Singer, K. P. & Breidahl, P. 1987. The Use of Computed Tomography in Assessing Muscle Cross-sectional Area, and the Relationship between Cross-sectional Area and Strength. *The Australian Journal of Physiotherapy* 33 (2), 75–82.

Sipilä, S., Taaffe, S., Cheng, S., Puolakka, J., Toivanen, J. & Suominen, H. 2001. Effects of hormone replacement therapy and high-impact physical exercise on skeletal muscle in post-menopausal women: a randomized placebo-controlled study. *Clinical Science* 101 (2), 147–157.

Sipilä, S. & Poutamo J. 2003. Muscle performance, sex hormones and training in peri-menopausal and post-menopausal women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports* 13 (1), 19–25.

Sipilä, S., Narici, M., Kjaer, M., Pöllänen, E., Atkinson, R. A., Hansen, M. & Kovanen, V. 2013. Sex hormones and skeletal muscle weakness. *Biogerontology* 14 (3), 231–245.

Snijders, T., Verdijk, L. & Loon, L. van. 2009. The impact of sarcopenia and exercise on skeletal muscle satellite cells. *Ageing Research Reviews* 8 (4), 328–338.

Solerte, S. B., Gazzaruso, C., Bonacasa, R., Rondanelli, M., Zamboni, M., Basso, C., Locatelli, E., Schifino, N., Giustina, A. & Fioravanti, M. 2008. Nutritional Supplements with Oral Amino Acid Mixtures Increases Whole-Body Lean Mass and Insulin Sensitivity in Elderly Subjects with Sarcopenia. *The American Journal of Cardiology* 101 (11), 69–77.

Soules, M., Sherman, S., Parrott, E., Rebar, R., Santoro, N., Utian, W. & Woods, N. 2001. Executive summary: Stages of Reproductive Aging Workshop (STRAW) Park City Utah, July 2001. *The Journal of The North American Menopause Society* 8 (6), 402–407.

Stenholm, S., Harris, T. B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, B. & Ferrucci, L. 2008. Sarcopenia obesity – definition, etiology and consequences. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 11 (6), 693–700.

Stenholm, S., Tiainen, K., Rantanen, T., Sainio, P., Heliövaara, M., Impivaara, O. & Koskinen, S. 2012. Long-Term Determinants of Muscle Strength Decline: Prospective Evidence from the 22 - Year Mini-Finland Follow-UP Survey. *Journal of the American Geriatrics Society* 60 (1), 77–85.

Stevens, C. J., Spector, T. D. & Jackson, S. H. D. 2012. Ageing, genes, environment and epigenetics: what twin studies tell us now, and in the future. *Age and Ageing* 41 (5), 581–586.

Suomalainen Lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia. 2004. Konsensuslausuma. Vaihdevuosien hormonihoito 26.11.2004.

Suomalaiset ravitsemussuositukset. 2014. Terveyttä ruoasta. Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta.

Suomen sydäntautiliitto ry. Painoindeksi ja vyötärönympäryys. Viitattu 24.11.2013.
http://www.sydanliitto.fi/painoindeksi-ja-vyotaronymparys#.U1uhMfl_tu4.

Suominen, M. H., Hosia-Randell, H. M. V., Muurinen, S., Peiponen, A., Routasalo, P., Soini, H., Suur-Uski, I. & Pitkälä, K. H. 2007. Vitamin D and Calcium Supplementation Among Aged Residents in Nursing Homes. *Journal of Nutrition, Health & Aging* 11 (5), 443–437.

Suominen, M., Soini, H., Muurinen, S., Strandberg, T. & Pitkälä, K. 2012. Ikääntyneiden ruokatottumukset, ravinnonsaanti ja ravitsemustila suomalaisissa tutkimuksissa. *Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti* 49, 1709.

Symons, T. B., Sheffield-Moore, M., Wolfe, R. R. & Paddon-Jones. D. 2009. Moderating the portion size of a protein-rich meal improves anabolic efficiency in young and elderly. *Journal of the American Dietetic Association* 109 (9), 1582–1586.

Säteily ja ydinturvallisuus. 2004. Hämeenlinna: Säteilyturvakeskus.

Tankó, L. B., Movsesyan, L., Svendsen, O. L. & Christiansen, C. 2002. The effect of hormone replacement therapy on appendicular lean tissue mass in early postmenopausal women. *Menopause: The Journal of The North American Menopause Society* 9 (2), 117–121.

Taylor, H. S. & Manson, J. A. 2011. Update in Hormone Therapy Use in Menopause. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 96 (2), 255–264.

Terveys 2000 -tutkimus. 2008. Ravinnonsaannin väestöryhmittäiset erot. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 2008. Viitattu 11.5.2014 www.terveys.2000.fi/julkaisut.

Terveyttä edistävän liikunnan ja ravinnon kehittämislinjoista. Valtioneuvoston periaatepäätös. Sosiaali- ja terveysministeriön esitteitä 2008:10. Viitattu 3.4.2014. www.stm.fi/julkaisut.

Thesleff, I. & Salminen M. 2003. Luut, rustot ja lihakset. Teoksessa H. Sariola (toim.) *Solusta yksilöksi kehitysbiologia*. 1. painos. Helsinki: Duodecim, 241–248.

Tiidus, P. M., Lowe, D. A. & Brown, M. 2013. Estrogen replacement and skeletal muscle: mechanism and population health. *Journal of Applied Physiology* 115 (5), 569–578.

Thomas, D. R. 2007. Loss of skeletal muscle mass in aging: Examining the relationship of starvation, sarcopenia and cachexia. *Clinical Nutrition* 26 (4), 389–399.

Tiitinen, A. Esivaihevuodet (premenopausi). 2013. *Duodecim*. Viitattu 22.10.2013 http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01118.

Tilastokeskus. 2013. Kuolleisuus- ja eloonjäämislukuja 19862012. Viitattu 8.5.2014 <http://pxweb2.stat.fi/Dialog/Saveshow.asp>.

Vikstedt, T., Suominen, M. H., Joki, A., Muurinen, S., Soini H. & Pitkälä, K. H. 2011. Nutritional status, energy, protein, and micronutrient intake of older service house residents. *Journal of the American Medical Directors Association* 12 (4), 302–307.

Visser, M., Fuers, T., Lang, T., Salamone, L. & Harris, T B. 1999. Validity of fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry for measuring fat-free mass and leg muscle mass. *Journal of Applied Physiology* 87 (4), 1513–1520.

Visser, M., Deeg, D. & Lips, P. 2003. Low Vitamin D and High Parathyroid Hormone Levels as Determinants of Loss of Muscle Strength and Muscle Mass (Sarcopenia): The Longitudinal Aging Study Amsterdam. 88 (12), 5766–5772.

Visser, M. 2009. Towards a definition of sarcopenia - results from epidemiologic studies. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 13 (8), 713–716.

Wiik, A., Ekman, M., Johansson, O., Jansson, E. & Esbjörnsson, M. 2009. Expression of both oestrogen receptor alpha and beta in human skeletal muscle tissue. *Histochemistry and Cell Biology* 131 (2), 181–189.

WHO Scientific Group 1996 Research on the menopause in the 1990's. A report of the WHO Scientific Group. World Health Organization, Geneva, Switzerland 866, 1–79.