

Postmenopausaalisen lihaskadon (sarkopenia) yhteys osteoporoosiin, murtumiin ja kaatumisiin

Samu Sjöblom
Tutkielma
Lääketieteen koulutusohjelma
Itä-Suomen yliopisto
Terveystieteiden tiedekunta
Lääketieteen laitos / Kirurgia
Maaliskuu 2014

Itä-Suomen yliopisto, Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos

Lääketieteen koulutusohjelma

Sjöblom, Samu: Postmenopausaalisen lihaskadon (sarkopenia) yhteys osteoporoosiin, murtumiin ja kaatumisiin

Opinnäytetutkielma, 36 sivua,

8 liitettä (8 sivua)

Tutkielman ohjaajat, dosentti Joonas Sirola ja professori Heikki Kröger

Maaliskuu 2014

Avainsanat: kaatuminen, murtuma, osteoporoosi, postmenopausaalinen, sarkopenia

Tutkimuksen tarkoitus: Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää lihaskadon eli sarkopenian ja sen osa-alueiden yhteys osteoporoosiin vaihdevuosi-ikäen ylittäneiden (postmenopausaalisten) naisten keskuudessa.

Menetelmät: Tutkimus koostui väestöpohjaisesta otoksesta, joka sisälsi 590 postmenopausaalista naista (keski-ikä 67,9 vuotta; vaihteluväli 65–72 vuotta), jotka kuuluivat ”Osteoporoottien murtumien ehkäisy” -tutkimuksesta (OSTPRE-FPS). Luuntiheys (BMD) ja lihassmassa määritettiin kaksiennergiseen röntgensäteilyn vaimenemiseen perustuvalla DXA-menetelmällä. Tutkittavat jaettiin kolmeen ryhmään maailman terveysjärjestö WHO:n luuntiheysmittausluokittelun mukaisesti: normaali, osteopenia ja osteoporoosi. Tutkittavat jaettiin myös sarkopenian komponenteista (lihassmassa (RSMI), puristusvoima ja kävely aika) koostuvan yhdistelmämuuttujan perusteella ei-sarkopeenikkoihin, presarkopeenikkoihin, sarkopeenikkoihin sekä sekamuotoisiin.

Tulokset: Logistisessa regressioanalyysissä sarkopeenisilla naisilla oli 12,9 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin ($p \leq 0.001$, $OR=12.9$; 95 % $CI=3.1-53.5$) verrattaessa ei-sarkopeenikkoihin. Vertailtaessa puristusvoiman parhaimpaan kvartiiliin, huomattiin puristusvoiman perusteella heikoimpaan kvartiiliin kuuluvilla naisilla 11,7 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin ($p=0.001$, $OR=11.7$; 2.6–53.4). Sarkopeenisilla naisilla havaittiin 2,7 kertaa suurempi todennäköisyys murtumiin verrattaessa ei-sarkopeenikkoihin ($p=0.005$, $OR=2.732$; 1.4–5.5). Lisäksi sarkopeenisilla naisilla oli 2,1 kertaa suurempi todennäköisyys kaatumisiin edellisen 12 kuukauden aikana verrattaessa ei-sarkopeenisiin naisiin ($p=0.021$, $OR=2.1$; 1.1–3.9). Analyysissä käytetyillä sekoittavilla tekijöillä eli iällä, painoindeksillä (BMI), fyysisellä aktiivisuudella, hormoniterapialla, alkoholin kulutuksella ja tupakoinnilla ei ollut merkittäviä vaikutuksia tuloksiin.

Yhteenveto: Sarkopenian diagnostiikassa käytettävät mittarit ovat vahvasti yhteydessä osteoporoosiin postmenopausaalilla naisilla. Puristusvoima on yksittäisistä komponenteista voimakkaimmin yhteydessä osteoporoosiin, kaatumisiin ja murtumiin.

Avainsanat: kaatuminen, murtuma, osteoporoosi, postmenopausaalinen, sarkopenia

University of Eastern Finland, Faculty of Health Sciences
School of Medicine
Medicine

Sjöblom, Samu : Relationship between postmenopausal osteoporosis and the components of clinical sarcopenia

Thesis, 36 pages, 8 appendixes (8 pages)

Tutors: Docent Joonas Sirola and Professor Heikki Kröger

March 2014

Keywords: falls, fractures, osteoporosis, postmenopausal, sarcopenia

PURPOSE: The aim of the study was to determine the relationship between the components of clinical sarcopenia and osteoporosis in postmenopausal women.

METHODS: A population –based cohort of 590 Finnish postmenopausal women (mean age 67.9; range 65-72) was selected from the Osteoporosis Fracture Prevention (OSTPRE-FPS) study in 2002. Bone mineral density (BMD) and lean tissue mass were assessed by dual X-ray absorptiometry (DXA). The study sample was divided into three categories according to the WHO BMD classification: normal, osteopenia and osteoporosis. The study sample was divided into non-sarcopenic, presarcopenic, sarcopenic and non-classified groups according to quartiles of RSMI i.e relative skeletal muscle index (appendicular muscle mass (kg)/square of height (m)), hand grip strength (kPa) and walking speed.

RESULTS: In multinomial logistic regression analysis sarcopenic women had 12.9 times higher odds of having osteoporosis ($p \leq 0.001$, OR=12.9; 95% CI=3.1-53.5) in comparison to non-sarcopenic women. In comparison to women in the highest grip strength quartile, women within the lowest quartile had 11.7 times higher odds of having osteoporosis ($p=0.001$, OR=11.7; 2.6-53.4). Sarcopenic women had 2.7 times higher odds of having fractures than their non-sarcopenic counterparts ($p=0.005$, OR=2.732; 1.4-5.5). Sarcopenic women had also 2.1 times higher odds of having falls during the preceding 12 months compared to non-sarcopenic women ($p=0.021$, OR=2.1; 0.3-0.8). Adjustment for age, body mass index (BMI), physical activity and hormone therapy (HT) did not significantly alter these results.

CONCLUSIONS: The components of clinical sarcopenia are strongly associated with osteoporosis. Grip strength is the most significant measurement to reveal the association between sarcopenia and osteoporosis, falls and fractures.

KEYWORDS falls, fractures, grip strength osteoporosis, postmenopausal, sarcopenia

Sisällys

1. Johdanto.....	5
1.1. Tutkimuksen tausta ja tarkoitus.....	5
1.2 Sarkopenia	6
1.2.1 Yleistä.....	6
1.2.2 Etiologia ja riskitekijät.....	7
1.2.3 Patogeneesi	8
1.2.4 Ehkäisy ja hoito	8
2. Aineisto ja menetelmät	10
2.1 Tutkittavat henkilöt ja tutkimusasetelma.....	10
2.2 Kyselylomake	10
2.3 Terveysteen liittyvät tutkimukset ja mittaukset	12
2.4 Tilastolliset analyysimenetelmät	13
3. Tulokset.....	14
3.1 Sarkopenia ja osteoporoosi.....	14
3.2 Sarkopenia ja osteopenia	15
3.3 Sarkopenia ja murtumat.....	15
3.4 Sarkopenia ja kaatumiset.....	16
3.5 Sarkopenian eri komponentit jatkuvina muuttujina.....	16
4. Pohdinta.....	17
5. Sidonnaisuudet	20
7. Liitteet.....	29
Taulukko 1. Tutkimuspopulaation ominaispiirteet (N=590).....	29
Taulukko 2. Tutkimuspopulaation ominaispiirteet (N=590).....	30
Taulukko 3. Sarkopenia ja osteoporoosi.....	31
Taulukko 4. Sarkopenia ja murtumat	32
Taulukko 5. Sarkopenia ja kaatumiset.....	33
Kuvaaja nro 1. RSMI ja reisiluun kaulan T-score	34
Kuvaaja nro 2. Puristusvoima ja reisiluun kaulan T-Score	35
Kuvaaja nro 3. Kävely aika ja reisiluun kaulan T-score.....	36

1. Johdanto

1.1. Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Irwin Rosenborg lanseerasi vuonna 1989 termin ”sarcopenia”, jolla hän kuvasi ikään liittyvää lihasmassan häviämistä ¹. Kuitenkin nykyään sarcopenian määritelmä on monipuolisempi käsittäen lihasmassan häviämisen lisäksi myös voiman sekä toimintakyvyn heikkenemistä lihaksistossa ². Kuitenkaan sarcopeniaa ei ole vielä yksiselitteisesti määritelty tavalla, jota voitaisiin käyttää kliinissä diagnostiikassa.

Sarcopenia rajoittaa yksilön päivittäisiä perustoimintoja ². Sarcopenian esiintyvyydeksi postmenopausaalisessa väestössä on raportoitu lukuja 10 % ja 40 % välillä riippuen sarcopenian määritelmästä ja referenssiväestön ominaisuuksista ³.

Monikansallisista asiantuntijoista koostuva EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People) määrittä vuonna 2010 julkaistussa konsensusessaan, että sarcopenia tulisi jakaa kolmeen eri kategoriaan riippuen sarcopenian vaikeusasteesta; presarcopeniaan, sarcopeniaan ja vakava sarcopeniaan. Presarcopenia määritellään lihasmassan vähenemisellä ilman että lihasvoima ja –suorituskyky ovat heikentyneet. Sarcopeniassa lihasmassan vähenemisen lisäksi myös lihasvoima tai –suorituskyky on heikentynyt. Vakavassa sarcopeniassa kaikki kolme osa-aluetta ovat heikentyneet ². Sarcopenia voidaan määritellä myös sarcopenian syntyvän mukaan; Primaariseksi sarcopeniaksi kutsutaan ikään liittyvää sarcopeniaa ilman mitään sekundaarista syytä, kun taas sekundaarisen sarcopenian taustalla on jokin toinen sairaus tai lääkitys ².

Aiemmat tutkimukset ovat käsitelleet sarcopenian osa-alueiden yhteyttä osteoporoosiin ⁴⁻¹¹, mutta yhdessäkään aiemmassa tutkimuksessa sarcopeniaa ei ole määritelty kaikkien näiden kolmen komponentin perusteella. Suurin osa näistä tutkimuksista on löytänyt positiivisen yhteyden lihasmassan ja luuntiheyden välillä ⁵⁻¹¹. Lisäksi, kaikissa ei ole havaittu yhteyttä lihasmassan ja BMD:n välillä, lähinnä pienen otoksen vuoksi ⁴.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko luun tiheydellä ja kaatumisilla yhteyttä sarcopenian diagnostiikassa käytettävien mittareiden kanssa postmenopausaalisilla naisilla.

Hypoteesin mukaan osteoporoosi on yhteydessä sarcopenian osa-alueiden eli lihasmassan, -voiman ja lihaksen suorituskyvyn kanssa.

1.2 Sarkopenia

1.2.1 Yleistä

Sarkopenia on ikääntyvän väestön sairaus, joka on monitekijäinen ja aiheuttaa runsaasti kustannuksia yhteiskunnalle¹³. Sarkopenian määritelmää geriatrisena syndroomana tukee sen suurempi prevalenssi ikääntyvien keskuudessa^{16,17} sekä siihen myötävaikuttavien tekijöiden (ikäntyminen, vuodelepo, puutteellinen ravinto, krooniset sairaudet sekä lääkkeet) monimuotoisuus^{18,19}. Sarkopenian esiintyvyydeksi on arvioitu yli 65-vuotiailla 15 % ja jopa 50 % yli 80-vuotiailla²⁴.

Sarkopenia eli ikään liittyvä lihaskato on hyvin vähän tutkittu aihe, sairauden määritelmä tieteessä puuttui aina vuoteen 2010 saakka. Vuonna 2010 eurooppalaisista asiantuntijoista koostuva ryhmä (EWGSOP) pyrki saamaan lääketieteellisten tutkimustietoon nojaten vastauksen seuraaviin kysymyksiin: 1. Mitä on sarkopenia 2. Millä parametreilla sarkopenia tulisi määrittää 3. Mitkä olisivat sopivat muuttujat kuvaamaan näitä parametreja, mitä mittausmenetelmiä tulisi käyttää ja mitkä ovat raja-arvot? 4. Kuinka sarkopenia liittyy muihin tautitiloihin, kuten kakeksiaan ja osteoporoosiin?²

Sarkopenia määritellään syndroomaksi, jossa ihmiskehossa vallitsee progressiivinen, yleistynyt lihasmassan ja voiman menetys. Nämä muutokset saattavat aiheuttaa fyysisen toimintakyvyn heikkenemistä, heikentynyttä elämän laatua ja jopa kuolemia. Lisäksi EWGSOP suosittelee konsensuslauselmassaan sarkopenian ymmärtämistä sekä lihasmassan että lihaksen toiminnan heikkenemisenä (voima ja suorituskyky). Lihaksen voima ja suorituskyky eivät ole suoraan verrannollisia lihasmassaan, jonka puute olisi täten liian suppea määritelmä sarkopenialle. Sarkopenia tulisi siis määrittää lihasmassaa, lihasvoimaa ja lihaksen suorituskykyisyyttä mittaavilla menetelmillä².

EWGSOP suosittelee lihasmassan mittaukseen tietokonetomografiaa (CT), magneettikuvausta (MRI) tai kaksiennergisen röntgensäteilyn absorptiota (DXA). Magneettikuvausta ja tietokonetomografiakuvausta pidetään kultaisina standardeina niiden tarkkuuden vuoksi, mutta toisaalta magneettikuvauksen kustannusten ja vaikean saatavuuden sekä tietokonetomografian säteilyrasituksen vuoksi myös DXA:ta pidetään hyvänä mittausmenetelmänä niin tutkimuksissa kuin kliinisessä käytössäkin. DXA:lle vaihtoehtoisena menetelmänä voidaan käyttää myös bioimpedanssianalyysitekniikkaa (BIA), joka pyrkii määrittämään lihas- ja rasvakudoksen tilavuuden. Lihasvoimamittaukseen parhaimpina menetelminä pidetään puristusvoiman ja reiden ojennusvoiman mittausta. Reiden ojennusvoiman mittaaminen vaatii kalliimpaa ja jyrkempää laitteistoa, minkä vuoksi sen käyttöä suositellaan lähinnä tutkimustarkoituksessa. Lihaksen suorituskyvyn mittaukseen suositellaan normaalin kävelynopeuden mittaamista, tuolilta ylösnousutestiä sekä portaidennousutestiä².

Näiden mittausten avulla saatujen arvojen perusteella henkilöt tulisi jakaa eri sarkopenialuokkiin, joita ovat presarkopenia, sarkopenia sekä vakava sarkopenia. Vaikka aiemmin tässä tutkielmassa esiteltiin eri sarkopenialuokkien määritelmät, ei tarkkoja raja-arvoja ole eri komponenteille määritelty. Tutkimuspopulaation sekä määrittäytapojen erilaisuuden vuoksi perifeeristä lihasmassaa määrittävän RSMI:n sarkopeenisiksi raja-arvoksi naisille on esitetty lukuja välillä 5,5–6,76 kg/m²²⁵⁻²⁷, puristusvoimaan lukuja 17–23 kg välillä^{21,28} ja kävelynopeuteen lukuja 0,43–0,76 m/s välillä^{21,28,29}.

Huolimatta konsensuslauselmista ja aiemmista tutkimuksista tarkat diagnostiset kriteerit puuttuvat yhä edelleen sarkopenialle. Tämän vuoksi EWGSOP suosittelee sarkopenian raja-arvoina käytettävän joko kahden keskihajonnan poikkeamaa keskiarvosta tai heikoimman kvartiilin raja-arvoa².

1.2.2 Etiologia ja riskitekijät

Sarkopenian riskitekijät on tärkeä määrittää, jotta sarkopeniaa voitaisiin ehkäistä. Sarkopenian syntyyn vaikuttavat sekä ikään liittyvät fysiologiset muutokset että elintavat³⁰. Ensiksi mainittuja käsitellään tarkemmin ”patogeneesi”-luvussa, kun taas elintapariskitekijöitä ovat vajaaravitsemus, vähentynyt fyysinen aktiivisuus, alkoholin liiallinen kulutus sekä tupakointi³⁰⁻³².

Ravitsemuksellisesti sarkopenian riskiä lisäävinä tekijöinä pidetään proteiinin liian vähäistä saantia³³ sekä D-vitamiinin vähäistä saantia ja pitoisuutta seerumissa^{34,35}. Fyysisesti vähemmän aktiivisilla vanhuksilla on suurempi todennäköisyys alhaiseen lihasmassaan sekä lihasvoimaan ja sairastuvat siten todennäköisemmin sarkopeniaan²⁴. Alkoholin liikakäyttö aiheuttaa lihasmassan ja –voiman heikkenemistä, lihaskrampeja, vaikeuksia kävelyssä ja kaatumista. Kyseistä ilmiötä kutsutaan alkoholimyopatiaksi, joka koskettaa noin 50 % alkoholin väärinkäyttäjistä³⁶. Lisäksi Preedy ym. toteavat, ettei krooninen alkoholimyopatia ole yhteydessä ravinnon-, vitamiinien- tai hivenaineiden puutteisiin eikä alkoholin aiheuttamiin maksasairauksiin. Alkoholimyopatiassa tuhoutuvat selektiivisesti tyypin II lihassäikeet aiheuttaen jopa 30 %:n lihasmassan menetyksen³⁶. Vaikka tupakointi liittyy huonoihin elintapoihin, kuten puutteelliseen liikuntaan ja ravintoon, on se myös sarkopenian itsenäinen riskitekijä^{30,37}. Petersen ym. osoittivat että tupakoijilla lihaksen kasvua inhiboivan myostatiinin geenin ilmentyminen on lisääntynyt verrattuna tupakoimattomiin henkilöihin³⁸.

Sekundaarisen sarkopenian eli lääkkeiden käytön tai sairauksien aiheuttaman sarkopenian riskitekijöitä tunnetaan toistaiseksi heikosti¹³. Kuitenkin viitteitä on esimerkiksi sydän- ja verisuonitautien, COPD:n ja glukokortikoidien yhteydestä sarkopeniaan^{31,39}.

1.2.3 Patogeneesi

Sarkopenian ehkäisyssä tärkeää on paitsi ymmärtää riskitekijät, myös tuntee sarkopenian kehittymisen mekanismit. Sarkopeniaan ei liity ainoastaan lihassmassan pieneneminen, vaan myös rasva- ja sidekudoksen infiltraatio⁴⁰. Sarkopeniassa tyypin I sekä tyypin II lihassäikeiden lukumäärä ja koko vähenevät⁴⁰. Lisäksi sarkopenian patogeneesiin liittyy motoristen yksikköjen lukumäärän vähentymistä, myofilamenttien epäjärjestäytymistä, oksidatiivista stressiä, vähentyneitä satelliittisolujen aktiivisuutta sekä vähentyneitä jakaantumista sarkoplasmisessa retikulummassa ja T-putkistossa⁴⁰.

Sarkopenian patogeneettisiä mekanismeja voivat laukaista niin ulkoiset kuin sisäiset tekijät. Ulkoisiksi tekijöiksi luokitellaan paitsi elintavat, myös sairaudet ja lääkitykset³¹. Sisäisiin tekijöihin luokitellaan ikään liittyvät muutokset fysiologiassa, joita ovat 1) anabolisten hormonien, kuten testosteronin, estrogeenin, kasvuhormonin ja insuliinin, alentunut pitoisuus 2) tulehduksen välittäjäaineiden (IL-6 ja TNF-alfa) lisääntynyt pitoisuus 3) vapaiden happiradikaalien kertyminen oksidatiivisen stressin seurauksena 4) mitokondrioiden muutokset sekä 5) lihassäikeiden lisääntynyt apoptoottinen aktiivisuus^{40,41}.

1.2.4 Ehkäisy ja hoito

Sarkopeniaan pätee sama sääntö kuin moniin muihinkin sairauksiin eli on tärkeämpää ja kustannustehokkaampaa ehkäistä kuin parantaa sairaus. Nykyisen tutkimustiedon valossa sarkopenian ehkäisy ja hoito koostuvat säännöllisestä liikunnasta ja hyvästä ravitsemuksesta³¹. Hormonihoidoista tai muista lääkkeistä ei toistaiseksi ole riittävää tieteellistä näyttöä³¹, vaikka joitakin lupauksia herättäviä tutkimuksia on tehty^{42,43}, kuitenkin lähinnä miehille.

Sekä aerobinen liikunta, kuten kävely, juoksu, pyöräily ja uinti, että voimaharjoittelu auttavat sarkopenian ehkäisyssä³¹. Kuitenkin erityisesti ikääntyvillä sarkopenian ehkäisyssä ja hoidossa tehokkaimmaksi liikuntamuodoksi on tutkimuksissa havaittu voimaharjoittelu, etenkin progressiivinen

voimaharjoittelu, jossa liikkeiden vastuksia lisätään harjoituksen myötä^{44,45}. Voimaharjoitteluksi lasketaan painojen nostelu, kuntosalilaitteilla tehdyt liikkeet sekä kuminauhalla tehdyt jumpat. Voimaharjoittelu lisää paitsi iäkkäiden ihmisten lihasmassaa ja lihasvoimaa^{46,47}, myös aerobista kuntoa, jota voidaan mitata maksimaalisella hapenottoakyvyllä, sekä suoriutumiskykyä päivittäisistä aktiviteeteista⁴⁸⁻⁵⁰. Sen lisäksi progressiivisen voimaharjoittelun on todettu aiheuttavan suotuisia muutoksia hermolihasliitoksen toimintaan⁵¹, vähentävän kaatumisriskiä⁵² sekä parantavan tasapainoa iäkkäillä⁵³.

Robinson S ym. julkaisivat vuonna 2012 laajan katsausartikkelin sarkopeniasta ja ravitsemuksesta, missä he korostavat riittävän proteiinin, D-vitamiinin ja antioksidanttien määrää iäkkäiden ravinnossa⁵⁴. Vanhuksilla energian tarve laskee jopa 30 %⁵⁵, mutta proteiinin tarve painoa kohti ei laske juurikaan, päinvastoin se voi jopa nousta heikentyneen proteiinisynteesivasteen vuoksi⁵⁶. Paddon-Jones D ym. ehdottavatkin kyseiseen teoriaan nojaten vanhusten proteiinin päivittäiseksi tarpeeksi 1,0–1,3 g/kg, kun aikuisten yleinen suositus on 0,8 g/kg päivässä⁵⁷. Myös tiettyjen välttämättömien aminohappojen, kuten leusiinin lisääminen ravintoon supplementtina, on todettu lisäävän lihasmassaa^{58,59}. D-vitamiinin yhteyttä lihaksistoon tukee D-vitamiinin reseptorin eristäminen luurankolihasistosta sekä reseptorin polymorfian yhteys lihasvoimaan⁶⁰. Lisäksi 800 IU:n päivittäisellä D-vitamiiniannostuksella on saatu nostettua lihasvoimaa ja vähennettyä kaatumisten määrää^{61,62}. Sarkopenian patogeneesissä yhtenä mekanismina on pidetty oksidatiivista stressiä, minkä vuoksi jotkin tutkimukset korostavat antioksidanttien merkitystä ravinnossa sarkopenian ehkäisyssä⁶³. Kuitenkin antioksidanttien käytön tieteellinen näyttö on toistaiseksi vaillinaista ja jopa ristiriitaista⁶⁴.

Sarkopenian hoidossa kirjallisuudessa on mainittu useita hormoneja ja lääkkeitä, kuten testosteronia miehille ja estrogeeniä naisille, kasvuhormonia, ACE-inhibiittoreita ja statiineja. Estrogeenihoidosta naisilla on kiistatonta näyttöä^{65,66}, mutta estrogeenihoidossa on muistettava sen yleisesti tunnetut riskit, kuten rintasyöpä sekä laskimotukos. Kasvuhormonin näyttö on ristiriitaisempaa ja kasvuhormoniin liittyy myös useita haittavaikutuksia³¹.

Yhteenvetona sarkopenian hoidosta ja ehkäisystä voidaan todeta, ettei säännöllisen liikunnan ja riittävän ravinnon saantia voida ylikorostaa. Myös D-vitamiinin pitoisuudella on merkitystä³¹.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkittavat henkilöt ja tutkimusasetelma

Osteoporoosin riskitekijä- ja ehkäisy- tutkimus (OSTPRE) käynnistettiin vuonna 1989 Kuopiossa, Itä-Suomessa. Väestöpohjainen otos koostuu Kuopion alueella asuvista naisista, jotka ovat syntyneet vuosina 1932–1941 (N=14 220). Aloituskyselylomake lähetettiin toukokuussa 1989 14 220 tutkittavalle naiselle, joista 13 100 palautti täytetyn lomakkeen. Tässä seurantatutkimuksessa kyselylomakkeita lähetettiin tutkittaville naisille viiden vuoden kohdalla (1994), 10 vuoden kohdalla (1999), 15 vuoden kohdalla (2004) sekä 20 vuoden kohdalla (2009). Tästä samaisesta tutkimuspopulaatiosta valittiin osa naisista marraskuussa 2002 alkaneeseen OSTPRE-FPS-tutkimukseen, joka keskittyi murtumien ehkäisyyn. OSTPRE-FPS-tutkimuksen sisäänottokriteereinä pidettiin 65 vuoden ikää, asuinpaikkaa Kuopion seudulla, halua osallistua tutkimukseen sekä ettei tutkittava ollut käynyt kertaakaan OSTPRE-tutkimuksen luuntiheysmittauksissa. Tämän tutkimuksen murtumariskä ja terveyttä kartoittava aloitushetken kyselylomake lähetettiin 5 407 naiselle vuonna 2002. Yhteensä 4 706 lomaketta palautui, niistä 3 744 oli hyväksytysti täytetty. Näistä naisista 3432 halusi osallistua kolmivuotiseen OSTPRE-FPS murtumien ehkäisy- tutkimukseen. Tutkimuksen resurssien vuoksi näistä 3432 naisesta 750 naista kutsuttiin sattumanvaraisesti koko kehon DXA-mittaukseen (dual X-ray absorptiometry measurement) sekä lihasvoiman mittauksiin. Mittauksiin saapuneista hyväksyttävät mittaukset saatiin suoritettua 590 naiselta. Tutkittavia henkilöitä kutsuttiin tutkimukseen heinäkuusta joulukuuhun vuonna 2002. Tutkimus suoritettiin Kuopion yliopiston luu- ja rustotutkimusyksikössä (BCRU), Kuopiossa, Suomessa. Kuopion yliopiston (nykyinen Itä-Suomen yliopisto) sekä Kuopion yliopistollisen sairaalan eettinen toimikunta ovat hyväksyneet tutkimusasetelman.

2.2 Kyselylomake

OSTPRE-FPS-aloitushetken kyselylomake (2002–2003) sisälsi kysymyksiä liittyen arvioihin antropometrisistä mittauksista (esimerkiksi paino ja pituus), menopaussi-ikä (vuosissa), mahdolliseen

hormonikorvaushoitoon (kyllä/ei), jos kyllä niin hormonikorvaushoidon keston vuosissa, gynekologiseen historiaan, alkoholin käyttöön (g/vko), tupakointiin (kyllä/ei), fyysiseen aktiivisuuteen, aiempiin murtumiin, vanhempien murtumiin, kroonisten terveysongelmien lukumäärään, reseptilääkkeiden lukumäärään sekä vuosiin menopaussista. Tutkimuksen aloitushetken kalsiumin kokonaissaanti laskettiin milligrammoissa päivittäisistä maitotuotteiden käytöstä (120 mg/dl maitotuotteista ja 87 mg/juustoviipale) sekä itse käytetyistä lisäravinteista. Sekundaarisen osteoporoosin mahdollisuus arvioitiin suureksi tutkittavilla, joilla oli tyypin 1 diabetes, hypertyreoosi, aikainen menopaussi-ikä (alle 45 vuotta), krooninen vajaaravitsemus (painoindeksi alle 18,5), krooninen imeytymishäiriö sekä krooninen maksasairaus.

Tutkimusaineisto murtumista kerättiin vuosina 1999–2002 OSTPRE-tutkimuksen seurantatietokannasta. OSTPRE-FPS-tutkimuksen tutkittavien murtumat kerättiin vuosina 2003–2006 puhelinhaastatteluilla kerran vuodessa. DXA-mitatuista naisista koostuvaa tutkimuksen alajoukkoa (N=590) haastateltiin puhelimitse neljän kuukauden välein. Kaikki puhelinkeskusteluissa ilmi tulleet murtumat tarkastettiin lääketieteellisistä ja radiologisista tietokannoista. Murtumiksi tutkimusaineistoon hyväksyttiin ainoastaan tutkittavien sairauskertomuksista ja röntgenlausunnoista varmistetut murtumat, lukuun ottamatta kylkiluumurtumia, joista edellytettiin lääkärin diagnoosi murtumasta. Korkeaenergissä traumoissa tulleita murtumia ei otettu mukaan tutkimusaineistoon. Rintarangan ja lannerangan murtumat tulkittiin kliiniseksi selkärankamurtumiksi. Muut kuin kaularanka-, rintaranka- tai lannerankamurtumat tulkittiin ei-selkärankamurtumiksi. Glenohumeraalinivelestä distaalisesti sijaitsevat murtumat luokiteltiin yläraajamurtumiksi, kun taas lonkkanivelestä distaalisesti sijaitsevat murtumat luokiteltiin alaraajamurtumiksi. Kaikki kliiniset selkärankamurtumat, distaalisen kyynärvarren murtumat, proksimaalisen humeruksen murtumat sekä lonkkamurtumat luokiteltiin osteoporoottisiksi murtumiksi riippumatta vammamekanismista. Tutkimuspopulaatio jaettiin kahteen alajoukkoon murtumien esiintyvyyden perusteella: 1) ei murtumia (N=486), yksi tai useampia murtumia (N=85). Ensimmäistä ryhmää pidettiin vertailuryhmänä.

Naiset jaettiin kahteen ryhmään myös edellisen 12 kk:n kaatumishistorian perusteella. Ensimmäinen ryhmän tutkittavat eivät olleet kaatuneet kertaakaan kyseisellä ajanjaksolla (N=429), kun taas toisen ryhmän tutkittavat olivat kaatuneet yhden tai useamman kerran (N=119). Ensimmäistä ryhmää pidettiin vertailuryhmänä. Tutkimuksen poikkileikkausasetelman sekä murtumien vähäisen määrän mittauksien jälkeen (N=37), yhdistettiin murtuma-aineistoon myös naiset (N=50), jotka olivat saaneet murtuman ennen mittauksia lisätäkseen murtuma-analyysin tilastollista voimaa. Kaksi naista oli saanut murtuman sekä ennen mittauksia että mittauksen jälkeen, joten murtuman saaneiden henkilöiden kokonaismäärä oli 85 naista. 85 murtumasta ei-osteoporoottisiksi murtumiksi laskettavia

murtumia oli mittauksien jälkeen kaksi kappaletta (kasvomurtuma ja varvasmurtuma) sekä viisi murtumaa ennen mittauksia (neljä sormimurtumaa sekä yksi kallomurtuma). Analyysit suoritettiin sekä näiden murtumien kanssa että poissulkien nämä murtumat.

Fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä perustui itseilmoitettuihin määriin urheilusta, hyötyliikunnasta sekä muista aktiviteeteista. Naisilta kysyttiin, kuinka usein he harrastavat kutakin aktiviteettia kuukaudessa. Kaikki aktiviteettipäivät kuukauden aikana laskettiin yhteen, jolloin määritettiin keskimääräinen aktiviteettitaso kuukaudessa. Lisäksi tämä aktiviteettitaso kerrottiin itseilmoitetulla aktiviteetin rasittavuudella (asteikolla 1=matala rasittavuus, 4=erittäin rasittava).

2.3 Terveysteen liittyvät tutkimukset ja mittaukset

Tutkimukseen osallistuvat henkilöt kutsuttiin Kuopion yliopiston BCRU-tutkimusyksikköön luuntiheys- sekä muihin mittauksiin vuosina 2003–2004. Samassa yhteydessä mitattiin myös pituus ja paino. DXA-tekniikalla mitatut luuntiheydet selkärangasta (L2–L4) sekä reisiluun kaulasta suoritettiin Lunar Prodigy -laitteella laitteen valmistajan käyttöohjeiden mukaisesti. Mittauksen suorittivat siihen koulutetut tutkimushoitajat, jotka myös tarkistivat mittauksen laatustandardit päivittäin. Lyhyen aikavälin toistettavuuden virhemarginaali tällä tekniikalla on havaittu olevan 0,9 % lannerangassa sekä 1,5 % reisiluun kaulan luuntiheysmittauksissa⁶⁷. Pitkän aikavälin toistettavuuden virhemarginaalin on määritelty olevan 0,4 %⁶⁸. Luuntiheyden yksikkönä käytettiin T-scorea eli keskihajonnan suuruutta suhteessa nuoreen suomalaiseen naisväestöön, mikä on hyväksytty käytäntö myös kliinisessä lääketieteessä.

Naiset jaettiin kolmeen ryhmään luuntiheysmittausarvojen mukaan WHO:n kriteereillä: 1) Osteoporoosi (reisiluun kaulan luuntiheys matalampi tai yhtä suuri kuin -2,5 keskihajontaa nuoresta vertailuväestöstä), 2) Osteopenia (reisiluun kaulan T-score -2,5 keskihajonnan ja -1 keskihajonnan välillä), 3) Normaali luuntiheys (reisiluun kaulan luuntiheys positiivisempi kuin -1 keskihajontaa).

Suhteellinen lihasmassaindeksi (RSMI = relative skeletal mass index) muodostettiin laskemalla raajojen lihasmassa (kg) ja jakamalla se pituuden neliöllä (m²). Suhteellisen lihasmassaindeksin perusteella naiset jaettiin kvartiileihin: 1) 5,3–6,3 kg/m² 2) 6,3–6,7 kg/m² 3) 6,7–7,2 kg/m² 4) 7,2–9,3 kg/m². Baumgartner ym. julkaisivat sittemmin laajasti tunnetun artikkelin vuonna 1998, sen mukaan sarkopenia raja-arvona tulisi pitää 5,45 (kg/m²), sillä nuorena meksikolaisväestössä kahden keskihajonnan poikkeama keskiarvosta asettui tähän pisteeseen. Kuitenkaan suomalaisväestössä

kyseistä raja-arvoa ei tämän tutkielman aineistossa voinut käyttää analyyseissä, sillä vain kuudella naisella oli matalempi suhteellinen lihasmassaindeksi kuin $5,45 \text{ kg/m}^2$. Siksi käytettiin sarkopenian raja-arvona alimman kvartiilin raja-arvoa ($6,3 \text{ kg/m}^2$).

Puristusvoima mitattiin paineilmatäytteisellä kädessä pidettävällä voimamittarilla (Martin Vigorimeter, Saksa), jolla tutkittava puristi maksimaalisesti kolme kertaa. Mittaukset suoritettiin tutkittavan istuessa ryhdikkäästi tuolissa, kyynärvarren ollessa 90° :een kulmassa olkavarteen nähden. Kolmesta maksimaalisesta puristuksesta laskettiin keskiarvo, jonka perusteella tutkittavat jaettiin kvartiileihin: 1) $9,0\text{--}22,3$ (kPa) 2) $22,3\text{--}25,7$ (kPa) 3) $25,7\text{--}28,7$ (kPa) 4) $28,7\text{--}40,0$ (kPa). Analyysit suoritettiin myös käyttämällä kolmesta yrityksestä saatua parasta tulosta.

Fyysinen suorituskyky määritettiin mittaamalla kymmenen metrin kävelytestiin kulunut aika, jonka perusteella tutkivat jaettiin kvartiileihin: 1) $19,6\text{--}7,0$ (s) 2) $7,0\text{--}6,1$ (s) 3) $6,1\text{--}5,4$ (s) 4) $5,4\text{--}3,5$ (s). Naiset, jotka eivät kyenneet suorittamaan kävelytestiä, sijoitettiin analyyseissä heikoimpaan kvartiiliin.

Tutkittava luokiteltiin sarkopeeniseksi, jos tutkittava kuului RSMI:n perusteella alimpaan kvartiiliin ja sen lisäksi tutkittava kuului joko puristusvoimassa tai kävelyajassa tai molemmissa alimpaan kvartiiliin. Jos tutkittava ei kuulunut alimpaan kvartiiliin missään kolmessa mittauksessa (RSMI, puristusvoima ja kävelytesti), tutkittava luokiteltiin ei-sarkopeeniseksi, kun taas presarkopeeniseksi luokiteltiin naiset, jotka kuuluivat alimpaan kvartiiliin RSMI:ssa, mutteivät puristusvoimassa tai kävelytestissä. Näiden luokittelujen jälkeen jäi vielä suuri joukko naisia ($N=196$), jotka kuuluivat kävelynopeuden tai puristusvoiman tai molempien osalta alimpaan kvartiiliin, mutteivät kuuluneet alimpaan kvartiiliin RSMI:n osalta. Tätä ryhmää kutsuttiin ei-luokitelluksi ryhmäksi.

2.4 Tilastolliset analyysimenetelmät

Tutkittava aineisto analysoitiin SPSS 19.0 -tilasto-ohjelmalla. Analyyseissä käytettiin logistista regressiomallia, jonka avulla määritettiin vedonlyöntisuhde (OR = odds ratio) kahden ryhmän välillä. Analyysit mukautettiin mahdollisilla sekoittavilla tekijöillä, joita olivat ikä, painoindeksi (BMI), fyysinen aktiivisuus, hormonin korvaushoito (HT) sekä alkoholin ja tupakan kulutus.

3. Tulokset

Taulukko nro 1. ja 2. (liitteet) kuvaavat tutkittavien analyyseissä käytettyjen muuttujien keskiarvoja. Ensimmäisessä taulukossa tutkittavat on jaettu kolmeen eri ryhmään luuntiheyden perusteella WHO:n kriteerien mukaisesti, kun taas toisessa taulukossa tutkittavat on jaettu sarkopenialuokkiin. Tutkimusaineistosta 276 naisella (46,7 %) on normaali luuntiheys, 289 naista (48,9 %) luokitellaan osteopeenisiksi sekä 26 (4,4 %) naista osteoporootikoiksi. Tutkittavista 259 naista luokiteltiin ei-sarkopeenisiksi, 73 naista presarkopeenikoiksi, 69 naista sarkopeenisiksi sekä 196 naista ei-luokitelluiksi. 13 naista ei kyennyt kävelemään johtuen selkäkivusta (N=2), lonkan nivelrikosta (N=3), polven nivelrikosta (N=2) sekä muista syistä, data puuttuu (N=6). Analyysit suoritettiin myös eurooppalaisen konsensuksen (EWGSOP) sarkopeniakriteereillä, mutta sarkopeenikkojen määrä jäi liian vähäiseksi näillä kriteereillä². Vakavaa sarkopeniaa sairastavia ei ollut EWGSOP:n kriteereillä ainuttakaan ja sarkopeenikoiksi luokiteltavia naisia ainoastaan kuusi. Tämä viestii väestömme erilaisesta kehonkoostumuksesta sekä sarkopenian erilaisesta esiintyvyydestä suomalaisessa naisväestössä verrattaessa muihin kansallisuuksiin. Täten analyyseissä käytettiin kvartiileja, mikä on EWGSOP:n konsensuslauselman mukaisesti hyväksyttävä käytäntö.

3.1 Sarkopenia ja osteoporoosi

Taulukko nro 3. (liitteet) kuvaa osteoporoosin vedonlyöntisuhdetta sarkopeniaan logistisen regressiomallin avulla. Sarkopeenikoilla oli 12,9 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin verrattaessa ei-sarkopeenikkoihin (OR=12.9; 95 % CI 3.1–53.5, p<0.001). Samankaltaisesti, presarkopeenikoilla oli 6,5 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin verrattuna ei-sarkopeenikkoihin (OR=6.5; 1.5–28.6, p=0.013). Lisäksi, ei-luokitelluilla naisilla oli 5,7 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin verrattuna ei-sarkopeenikkoihin (OR=5.7; 1.6–21.2, p=0.009). Puristusvoiman perusteella alimpaan kvartiiliin kuuluvilla naisilla oli 11,7 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin verrattuna puristusvoiman parhaimman kvartiilin naisiin (OR=11.7; 2.6–53.4, p=0.001). RSMI:n perusteella alimpaan kvartiiliin kuuluvilla naisilla oli 7,5 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin verrattuna RSMI:n parhaimpaan kvartiiliin (OR=7.5; 1.6–34.5, p=0.01). Myös heikko kävelynopeus assosioitui osteoporoosiin, sillä kävelynopeudessa hitaimpaan kvartiiliin kuuluvilla oli 5,1 kertaa suurempi todennäköisyys osteoporoosiin verrattuna kävelynopeuden nopeimpaan kvartiiliin. Kun analyysit mukautettiin sekoittavilla tekijöillä, joita olivat ikä, painoindeksi (BMI),

fyysinen aktiivisuus, hormonikorvaushoito (HT) sekä alkoholin ja tupakan kulutus, tulokset eivät muuttuneet merkittävästi ryhmien välillä.

3.2 Sarkopenia ja osteopenia

Puristusvoiman perusteella alimpaan kvartiiliin kuuluvilla oli 1,9 kertaa suurempi todennäköisyys osteopeniaan verrattuna puristusvoiman parhaimpaan kvartiiliin kuuluviin naisiin (OR=1.9; 1.2–3.1, $p=0.011$). Sarkopenia, RSMI ja kävelynopeus eivät olleet tilastollisesti merkittävästi yhteydessä osteopeniaan.

3.3 Sarkopenia ja murtumat

Taulukko nro 4. (liitteet). Logistinen regressioanalyysi paljastaa, että sarkopeenikoilla on 2,7 kertaa suurempi todennäköisyys saada murtuma verrattuna ei-sarkopeenikoihin (OR=2.732; 1.4–5.5, $p=0.005$). Samankaltaisesti, murtumien riski on kasvanut myös naisilla, jotka kuuluvat alimpaan kvartiiliin puristusvoiman perusteella verrattuna parhaimpaan kvartiiliin (OR=2.1; 1.1–3.9, $p=0.024$). Lisäksi naisilla, jotka kuuluvat kävelynopeudessa hitaimpaan kvartiiliin, on 2,2 kertaa suurempi todennäköisyys saada murtuma verrattuna kävelynopeuden nopeimpaan kvartiiliin. RSMI:lla ei ollut tilastollista merkitsevyyttä tutkittaessa yhteyttä murtumiin (OR=1.3; 0.7–2.5, $p=0.41$). Viimeiseksi, sekoittavien tekijöiden mukauttaminen analyysihin ei muuttanut tuloksia.

Kun murtuma-analyyseistä poissuljettiin kallo-, kasvo-, varvas- ja sormimurtumat (N=7) yhteys sarkopenian ja murtumien välillä heikkeni (OR=2.0; 1.0–4.1, $p=0.061$). Lihasmassalla, puristusvoimalla ja kävelynopeudella ei myöskään ollut yhteyttä murtumiin kyseisten murtumien poissulkemisen jälkeen. Tämä voi olla todellista, mutta todennäköisemmin analyysin tehon heikkenemistä johtuen vähäisistä murtumamääristä poissulkemisen jälkeen.

3.4 Sarkopenia ja kaatumiset

Taulukko nro 5 (liitteet). Sarkopeenisilla naisilla oli 2,1 kertaa suurempi todennäköisyys kaatumisiin verrattuna ei-sarkopeenisiin naisiin edeltäneiden 12 kuukauden aikana (OR=2.1; 1.1–4.1, $p=0.021$). Puristusvoimassa heikoimmalla kvartiililla oli parhaimpaan kvartiiliin verrattuna 1,9 kertaa suurempi todennäköisyys kaatumisiin (OR=1.9; 1.0–3.4, $p=0.046$). RSMI:llä ja kävelynopeudella ei löydetty yhteyttä kaatumisiin (OR=1.05; 0.6-1.8, $p=0.86$ and OR=0.75; 0.4-1.3, $p=0.31$). Seikoittavien tekijöillä analyysien mukauttaminen ei muuttanut tuloksia.

3.5 Sarkopenian eri komponentit jatkuvina muuttujina

Lineaarisen regressiomallin avulla analysoitiin puristusvoimaa, suhteellista lihasmassaindeksiä ja kävelynopeutta jatkuvana muuttujana ja tutkittiin näiden muuttujien yhteyttä reisiluun kaulan T-scoreen jatkuvana muuttujana. RSMI ja puristusvoima olivat yhteydessä reisiluun kaulan T-scoreen ($p=0.027$ and $p=0.021$), kun taas kävelynopeus ei lineaarisessa mallissa ollut tilastollisesti merkittävästi yhteydessä reisiluun kaulan T-scoreen ($p=0.996$).

4. Pohdinta

Tämä tutkimus pyrki selvittämään sarkopenian eri komponenttien sekä itse sarkopenian yhteyttä osteoporoosiin, murtumisiin ja kaatumisiin. Tutkimuksen päälöydös oli, että sarkopenia on merkittävästi yhteydessä osteoporoosiin, murtumiin ja kaatumisiin. Lisäksi havaittiin, että sarkopenian kolme komponenttia yhdessä (RSMI, puristusvoima ja kävelynopeus) ovat voimakkaammin yhteydessä osteoporoosiin, murtumisiin ja kaatumisiin kuin mikään näistä komponenteista erikseen. Täten tutkimuksen tärkeimpänä löydöksenä voidaan pitää sitä, ettei sarkopenia ole ainoastaan lihasmassan häviämistä vaan myös lihasvoiman ja lihaksen suorituskyvyn heikkenemistä. Tämä on ensimmäinen tutkimus, joka ottaa huomioon kaikki sarkopenian kolme eri komponenttia samanaikaisesti ja paljastaa yhteyden osteoporoosiin, murtumisiin ja kaatumisiin. Lisäksi tutkimus paljastaa, että puristusvoimalla on sarkopenian kolmesta eri komponenteista merkittävin yhteys osteoporoosiin, kaatumisiin ja murtumiin.

Sarkopenia ja osteoporoosi ovat merkittäviä terveysongelmia postmenopausaalisilla naisilla. Nämä kaksi sairautta myötävaikuttavat keskenään sekä sisältävät samoja riskitekijöitä⁶⁹. Sekä sarkopenia että osteoporoosi ovat voimakkaasti yhteydessä ikääntymiseen ja estrogeenin puutteeseen ja täten liittyvät menopaussin tuomaan muutokseen. Siitä huolimatta aikaisemmat tutkimukset eivät ole tarkastelleet sarkopeniaa kolmesta eri ulottuvuudesta eli lihasmassan,- voiman ja –suorituskyvyn yhdistelmämuuttujana. Tämän tutkimuksen etuina voidaan pitää väestöpohjaisuutta sekä tutkittavien pitkäjänteisyyttä seuranta-aikana. Lisäksi koulutetut tutkimushoitajat suorittavat mittaukset, mikä vähentää riskiä mittausepätarckkuuksiin tai varianssiin mittauksissa. Lisäksi kaikki itseraportoidut murtumat varmistettiin lääketieteellisistä tietokannoista tutkimusryhmämme lääkärin toimesta. Kaksienergiseen röntgensäteilyyn perustuva DXA sekä paineilmatäytteinen puristusvoimamittari ovat objektiivisiä ja tarkoituksenmukaisia välineitä määrittämään lihasmassaa, luuntiheyttä sekä puristusvoimaa. Viimeiseksi, analyysihin otettiin mukaan runsaasti sekoittavia tekijöitä, jotka eivät muuttaneet tuloksia.

Tutkimuksessa on myös puutteita, joiden läsnäolo on syytä tiedostaa ja miettiä puutteiden merkitystä. Epidemiologisissa tutkimuksissa on aina mahdollista, että on olemassa tiedostamattomia sekoittavia tekijöitä, joita ei ole osattu ottaa huomioon analyysissä. Vaikka 590 naisen otos oli sattumanvaraisesti valittu osajoukko, on aina riski, ettei tutkittava populaatio edusta valtaväestöä täsmällisesti. Tutkimus oli luonteeltaan poikkileiketutkimus, minkä vuoksi on mahdotonta tietää, onko sarkopenia seuraus, syy vai samanaikaisesti esiintyvä ilmiö osteoporoosin, murtumien ja kaatumisien

kanssa. Lisäksi murtuma-aineisto sisälsi murtumia sekä ennen että jälkeen mittausten, mikä saattaa aiheuttaa virhettä tuloksiin. Myös osteoporoosia (N=26) ja vakavaa sarkopeniaa (N=21) sairastavien vähäinen määrä voi vääristää tuloksia. Vakavaa sarkopeniaa sairastavien vähäisen määrän vuoksi yhdistettiin tämä ryhmä sarkopeniaa sairastavien ryhmään. Tutkittavat, jotka eivät kyenneet kävelemään kävelytestiä, yhdistettiin kävelytestin hitaimpaan kvartiiliin, mikä saattaa aiheuttaa ryhmään epähomogeenisuutta. Sekoittavat tekijät sisälsivät runsaasti muuttujia, joiden arvot perustuvat tutkittavien omiin arvioihin, mikä saattaa aiheuttaa epätarkkuutta. Esimerkiksi liikuntaan käytetty aika ja varsinkin intensiteetti saattavat aiheuttaa runsaasti epätarkkuutta ”fyysinen aktiivisuus” -muuttujaan. Erityisesti tutkittavien ikä huomioiden on syytä suhtautua kriittisesti itseilmoitettuihin kaatumisiin, sillä edellisen 12 kk:n aikana sattunut kaatuminen tai sattuneet kaatumiset ovat saattaneet unohtua tutkittavalta. Kuitenkin uskomme kaatumisten liittyvän lihasvoiman ja lihaksiston proprioceptorien määrän vähenemiseen, minkä takia oli tärkeää analysoida kaatumisten yhteyttä sarkopeniaan. Lisäksi kaatumiset ovat merkittävä tekijä murtumien kehittymisen kannalta.

Useat aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet yhteyden sarkopenian ja osteoporoosin välillä⁵⁻¹¹. Kuitenkin vuonna 2010 julkaistun eurooppalaisen konsensuslauselman mukaan on tärkeää olla tietoinen sarkopenian kaikista kolmesta eri komponentista, koska on tieteellistä näyttöä, ettei lihasvoima ole suoraan riippuvainen lihasmassasta. Täten lihasvoima ja lihasmassan yhteys ei välttämättä ole täysin lineaarinen⁶⁹⁻⁷¹. Aiemmat tutkimukset eivät ole oikeastaan löytäneet yhteyttä sarkopenian ja osteoporoosin välillä, vaan yhteyden jonkin sarkopenian komponentin ja osteoporoosin välillä⁵⁻¹¹. Di Monaco ym. julkaisivat tutkimuksen, jossa he löysivät yhteyden lihasmassan ja osteoporoosin välillä, kun adjustoiviksi tekijäksi otettiin ikä ($p=0,026$; $OR=1,80$)⁹. Sherk Vd ym. julkaisivat samankaltaisen tutkimuksen, jossa todettiin, että naisilla, joilla RSMI on pienempi kuin $5,45 \text{ kg/m}^2$, on alentunut kyynärvarren ja koko kehon luuntiheys verrattaessa naisiin, joiden RSMI on kyseistä raja-arvoa suurempi⁷². Zhimin Zhang ym. osoittivat, että murtumien todennäköisyys korreloi negatiivisesti lihasmassaan ($p<0,01$)⁷³. Lisäksi tässä tutkielmassa osoitettiin, että puristusvoima on lihasmassaa voimakkaammin yhteydessä osteoporoosiin. Aiemmat tutkimukset eivät ole myöskään jakaneet sarkopeniaa eri kategorioihin, presarkopeniaan, sarkopeniaan, ei-luokiteltuihin ja normaaleihin naisiin, mikä on nykyisten konsensuslauselmien mukaan oikea käytäntö^{13,74}.

Yhteenvedona tämä tutkimus osoitti, että sarkopenia on voimakkaasti yhteydessä osteoporoosiin, murtumiin ja kaatumisiin. Puristusvoima oli sarkopenian yksittäisistä komponenteista voimakkaimmin yhteydessä osteoporoosiin, murtumisiin ja kaatumisiin. Itse asiassa, tärkeänä havaintona voidaan pitää sitä, että kun sarkopeniaa tarkastellaan kolmesta osatekijästä koostuvana yhdistelmämuuttujana, löydetään voimakkaampi yhteys osteoporoosiin kuin millään komponentilla erikseen.

Tämä tutkimus oli ensimmäinen poikkileikkaustutkimus, joka tarkasteli sarkopeniaa kaikkien kolmen komponentin osalta. Tulevaisuudessa sarkopenian ja osteoporoosin yhteyttä on tutkittava eri väestöissä sekä pitkäaikaisissa seurantatutkimuksissa.

5. Sidonnaisuudet

Tutkimusta tuettiin taloudellisesti Kuopion yliopistollisen sairaalan EVO-apurahalla sekä Suomen koulutus- ja kulttuuriministeriön toimesta.

6. Lähteet

1. Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *J Nutr.* 1997;127(5 Suppl):990S-991S.
2. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing.* 2010;39(4):412-423.
3. Abellan van Kan G. Epidemiology and consequences of sarcopenia. *J Nutr Health Aging.* 2009;13(8):708-712.
4. Walsh MC, Hunter GR, Livingstone MB. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2006;17(1):61-67.
5. Gillette-Guyonnet S, Nourhashemi F, Lauque S, Grandjean H, Vellas B. Body composition and osteoporosis in elderly women. *Gerontology.* 2000;46(4):189-193.
6. Frisoli A, Jr, Chaves PH, Ingham SJ, Fried LP. Severe osteopenia and osteoporosis, sarcopenia, and frailty status in community-dwelling older women: Results from the women's health and aging study (WHAS) II. *Bone.* 2011;48(4):952-957.
7. Visser M, Kiel DP, Langlois J, et al. Muscle mass and fat mass in relation to bone mineral density in very old men and women: The framingham heart study. *Appl Radiat Isot.* 1998;49(5-6):745-747.
8. Blain H, Vuillemin A, Teissier A, Hanesse B, Guillemin F, Jeandel C. Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over. *Gerontology.* 2001;47(4):207-212.
9. Di Monaco M, Vallero F, Di Monaco R, Tappero R. Prevalence of sarcopenia and its association with osteoporosis in 313 older women following a hip fracture. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52(1):71-74.
10. Douchi T, Oki T, Nakamura S, Ijuin H, Yamamoto S, Nagata Y. The effect of body composition on bone density in pre- and postmenopausal women. *Maturitas.* 1997;27(1):55-60.

11. Genaro PS, Pereira GA, Pinheiro MM, Szejnfeld VL, Martini LA. Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women. *Arch Gerontol Geriatr.* 2010;51(3):295-298.
12. Rosenberg I. Summary comments: Epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *American journal of clinical nutrition.* 1989;50:1231-1231-1233.
13. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing.* 2010;39(4):412-423.
14. Olde Rikkert MG, Rigaud AS, van Hoeyweghen RJ, de Graaf J. Geriatric syndromes: Medical misnomer or progress in geriatrics? *Neth J Med.* 2003;61(3):83-87.
15. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Topinkova E, Michel JP. Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13(1):1-7.
16. Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(12):M772-7.
17. Chien MY, Huang TY, Wu YT. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in taiwan. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56(9):1710-1715.
18. Paddon-Jones D, Short KR, Campbell WW, Volpi E, Wolfe RR. Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J Clin Nutr.* 2008;87(5):1562S-1566S.
19. Sayer AA, Syddall H, Martin H, Patel H, Baylis D, Cooper C. The developmental origins of sarcopenia. *J Nutr Health Aging.* 2008;12(7):427-432.
20. Cawthon PM, Marshall LM, Michael Y, et al. Frailty in older men: Prevalence, progression, and relationship with mortality. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(8):1216-1223.

21. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: An operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003;95(5):1851-1860.
22. Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan G, et al. Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging*. 2008;12(7):433-450.
23. Hartman MJ, Fields DA, Byrne NM, Hunter GR. Resistance training improves metabolic economy during functional tasks in older adults. *J Strength Cond Res*. 2007;21(1):91-95.
24. Burton LA, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging*. 2010;5:217-228.
25. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in new mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755-763.
26. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):889-896.
27. Newman AB, Kupelian V, Visser M, et al. Sarcopenia: Alternative definitions and associations with lower extremity function. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(11):1602-1609.
28. Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(3):M146-56.
29. Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB, et al. Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: Results from the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57(2):251-259.
30. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Identification of possible cigarette smoke constituents responsible for muscle catabolism. *J Muscle Res Cell Motil*. 2012;33(3-4):199-208.
31. Visvanathan R, Chapman I. Preventing sarcopaenia in older people. *Maturitas*. 2010;66(4):383-388.

32. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Sarcopenia and smoking: A possible cellular model of cigarette smoke effects on muscle protein breakdown. *Ann N Y Acad Sci.* 2012;1259:47-53.
33. Kim JS, Wilson JM, Lee SR. Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: Roles of protein, amino acids and antioxidants. *J Nutr Biochem.* 2010;21(1):1-13.
34. Dirks-Naylor AJ, Lennon-Edwards S. The effects of vitamin D on skeletal muscle function and cellular signaling. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2011;125(3-5):159-168.
35. Visser M, Deeg DJ, Lips P, Longitudinal Aging Study Amsterdam. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): The longitudinal aging study amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003;88(12):5766-5772.
36. Preedy VR, Adachi J, Ueno Y, et al. Alcoholic skeletal muscle myopathy: Definitions, features, contribution of neuropathy, impact and diagnosis. *Eur J Neurol.* 2001;8(6):677-687.
37. Szulc P, Duboeuf F, Marchand F, Delmas PD. Hormonal and lifestyle determinants of appendicular skeletal muscle mass in men: The MINOS study. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(2):496-503.
38. Petersen AM, Magkos F, Atherton P, et al. Smoking impairs muscle protein synthesis and increases the expression of myostatin and MAFbx in muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2007;293(3):E843-8.
39. Chin SO, Rhee SY, Chon S, et al. Sarcopenia is independently associated with cardiovascular disease in older korean adults: The korea national health and nutrition examination survey (KNHANES) from 2009. *PLoS One.* 2013;8(3):e60119.
40. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: Etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int.* 2010;21(4):543-559.
41. Kamel HK. Sarcopenia and aging. *Nutr Rev.* 2003;61(5 Pt 1):157-167.

42. Bhasin S, Storer TW, Berman N, et al. The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *N Engl J Med*. 1996;335(1):1-7.
43. Wang C, Swerdloff RS, Iranmanesh A, et al. Transdermal testosterone gel improves sexual function, mood, muscle strength, and body composition parameters in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000;85(8):2839-2853.
44. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;(3):CD002759. doi(3):CD002759.
45. Harber MP, Konopka AR, Douglass MD, et al. Aerobic exercise training improves whole muscle and single myofiber size and function in older women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2009;297(5):R1452-9.
46. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. effects on skeletal muscle. *JAMA*. 1990;263(22):3029-3034.
47. Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(7):B336-46.
48. Capodaglio P, Capodaglio Edda M, Facioli M, Saibene F. Long-term strength training for community-dwelling people over 75: Impact on muscle function, functional ability and life style. *Eur J Appl Physiol*. 2007;100(5):535-542.
49. Martin Ginis KA, Latimer AE, Brawley LR, Jung ME, Hicks AL. Weight training to activities of daily living: Helping older adults make a connection. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(1):116-121.
50. Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Kallas HE, Lowenthal DT. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. *Arch Intern Med*. 2002;162(6):673-678.

51. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjaer M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(1):49-64.
52. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;9:CD007146.
53. Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(11):CD004963. doi(11):CD004963.
54. Robinson S, Cooper C, Aihie Sayer A. Nutrition and sarcopenia: A review of the evidence and implications for preventive strategies. *J Aging Res*. 2012;2012:510801.
55. Omran ML, Morley JE. Assessment of protein energy malnutrition in older persons, part II: Laboratory evaluation. *Nutrition*. 2000;16(2):131-140.
56. Rattan SI. Synthesis, modification and turnover of proteins during aging. *Adv Exp Med Biol*. 2010;694:1-13.
57. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M, Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc*. 2002;102(11):1621-1630.
58. Paddon-Jones D, Short KR, Campbell WW, Volpi E, Wolfe RR. Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J Clin Nutr*. 2008;87(5):1562S-1566S.
59. Dillon EL, Sheffield-Moore M, Paddon-Jones D, et al. Amino acid supplementation increases lean body mass, basal muscle protein synthesis, and insulin-like growth factor-I expression in older women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94(5):1630-1637.
60. Hamilton B. Vitamin D and human skeletal muscle. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(2):182-190.

61. Bischoff-Ferrari HA, Dietrich T, Orav EJ, et al. Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged ≥ 60 y. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(3):752-758.
62. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Suppan K, Fahrleitner-Pammer A, Dobnig H. Effects of a long-term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. *Osteoporos Int*. 2009;20(2):315-322.
63. Kim JS, Wilson JM, Lee SR. Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: Roles of protein, amino acids and antioxidants. *J Nutr Biochem*. 2010;21(1):1-13.
64. Jackson MJ. Strategies for reducing oxidative damage in ageing skeletal muscle. *Adv Drug Deliv Rev*. 2009;61(14):1363-1368.
65. Dieli-Conwright CM, Spektor TM, Rice JC, Sattler FR, Schroeder ET. Hormone replacement therapy and messenger RNA expression of estrogen receptor coregulators after exercise in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(3):422-429.
66. Jacobsen DE, Samson MM, Kezic S, Verhaar HJ. Postmenopausal HRT and tibolone in relation to muscle strength and body composition. *Maturitas*. 2007;58(1):7-18.
67. Kroger H, Heikkinen J, Laitinen K, Kotaniemi A. Dual-energy X-ray absorptiometry in normal women: A cross-sectional study of 717 Finnish volunteers. *Osteoporos Int*. 1992;2(3):135-140.
68. Komulainen MH, Kroger H, Tuppurainen MT, et al. HRT and vit D in prevention of non-vertebral fractures in postmenopausal women; a 5 year randomized trial. *Maturitas*. 1998;31(1):45-54.
69. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003;95(4):1717-1727.
70. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(10):1059-1064.

71. Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, Rosenberg IH, Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol.* 2004;159(4):413-421.
72. Sherk VD, Palmer IJ, Bemben MG, Bemben DA. Relationships between body composition, muscular strength, and bone mineral density in estrogen-deficient postmenopausal women. *J Clin Densitom.* 2009;12(3):292-298.
73. Zhang Z, Shen X, Zhang H, et al. The relationship between body composition and fracture risk using the FRAX model in central south chinese postmenopausal women. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2012;77(4):524-530.
74. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, et al. Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. current consensus definition: Prevalence, etiology, and consequences. international working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2011;12(4):249-256.

7. Liitteet

Taulukko 1. Tutkimuspopulaation ominaispiirteet (N=590).

Jatkuvien muuttujien keskiarvo (SD)	Normaali	Osteopenia	Osteoporoosi	Yhteensä
Lukumäärät	276	289	26	590
Ikä (vuosissa)	67.6 (1.8)	68.0 (1.9)	68.7 (1.9)	67.9 (1.9)
BMI (kg/m ²)	29.5 (4.6)	28.2 (4.8)	27.7 (4.9)	28.8 (4.7)
Rasvamassa (kg)	30.4 (8.3)	27.6 (8.9)	27.1 (8.9)	28.9 (8.7)
RSMI (kg/m ²)	6.8 (0.7)	6.8 (0.7)	6.4 (0.6)	6.8 (0.7)
Puristusvoima (kPa)	26.2 (4.7)	25.4 (4.7)	24.0 (13.9)	25.7 (5.4)
Kävelyaika (s)	6.3 (1.8)	6.2 (2.0)	7.1 (2.5)	6.3 (1.9)
Fyysinen aktiivisuus*	70.8 (57.4)	76.2 (110.9)	74.2 (74.9)	73.6 (88.2)
Alkoholin kulutus (g/vko)	13.3 (19.8)	9.2 (19.0)	2.9 (5.7)	10.8 (19.0)
Kategoriset muuttajat(%)				
	Normaali	Osteopenia	Osteoporoosi	Yhteensä
Hormoniterapia (kyllä/ei %)	66.4/33.6	46.4/53.6	32.0/68.0	55.0/45.0
Tupakointi (kyllä/ei %)	23.7/76.3	13.7/86.3	16.7/83.3	18.8/81.2
*(aika*rasittavuus/kk)				

Taulukko 2. Tutkimuspopulaation ominaispiirteet (N=590).

Jatkuvien muuttujien keskiarvot (STD)	Normaali	Presarkopenia	Sarkopenia	Ei-luokitellut
Lukumäärä	259	73	69	196
Ikä (vuosissa)	67.7 (1.9)	67.9 (1.9)	68.1 (2.0)	67.9 (1.9)
BMI (kg/m ²)	28.9 (4.0)	25.0 (3.1)	26.6 (3.6)	30.8 (5.3)
Rasvamassa (kg)	28.7 (7.8)	24.5 (7.2)	26.2 (7.2)	31.9 (10.0)
RSMI (kg/m ²)	7.0 (0.5)	6.0 (0.2)	6.0 (0.3)	7.0 (0.6)
Puristusvoima (kPa)	28.2 (3.5)	26.9 (2.9)	21.5 (9.4)	23.4 (4.5)
Kävelyaika (s)	5.7 (0.7)	5.6 (0.7)	6.9 (2.0)	7.2 (2.9)
Fyysinen aktiivisuus*	115.6 (126.7)	111.0 (81.3)	96.1 (87.2)	101 (90.1)
Alkoholin kulutus (g/vko)	11.8 (18.5)	11.8 (20.4)	8.1 (17.3)	8.5 (18.6)

Kategoriset muuttujat (%)

	Normaali	Presarkopenia	Sarkopenia	Ei-luokitellut
Hormoniterapia (kyllä/ei %)	56.2/43.8	59.7/40.3	53.0/47.0	50.8/49.2
Tupakointi (kyllä/ei %)	23.5/76.5	11.8/88.2	18.5/81.5	14.1/85.9

*(aika*rasittavuus/kk)

Taulukko 3. Sarkopenia ja osteoporoosi

Osteoporoosin yhteys sarkopeniaan ja sen komponentteihin logistisessa regressiossa (N=590)

Muuttujat	Ei-mukautettu malli	Muokutettu malli*
	OR (95 % luottamusväli)	OR (95 % luottamusväli)
Sarkopenia		
Sarkopenia	12.9 (3.1-53.5) §§	9.4 (2.1-41.4) §
Presarkopenia	6.5 (1.5-28.6) *	3.7 (0.8-18.2) *
Ei-luokitellut	5.7 (1.6-21.2) §	6.5 (1.7-25.5) §
Normaali	Vertailuryhmä	vertailuryhmä
Puristusvoima		
1.kvartiili	11.7 (2.6-53.4) §§	10.7 (2.3-50.3) §
2.kvartiili	3.6 (0.7-18.4)	2.4 (0.4-13.1)
3.kvartiili	1.6 (0.26-9.9)	1.3 (0.2-8.3)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä
RSMI		
1.kvartiili	7.5 (1.6-34.6) §	7.7 (1.3-47.7) *
2.kvartiili	4.1 (0.8-20.7)	6.1 (1.0-37.1) *
3.kvartiili	2.2 (0.4-12.4)	3.0 (0.5-18.7)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä
Kävelyaika		
1.kvartiili	5.1 (1.1-23.4) *	9.3 (1.8-48.3) §
2.kvartiili	3.1 (0.6-15.3)	4.8 (0.9-25.3)
3.kvartiili	2.5 (0.5-13.6)	1.3 (0.8-2.2)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä

*Mukautettu seuraavilla muuttujilla : ikä, painoindeksi (BMI), fyysinen aktiivisuus, hormoniterapia (HT), alkoholin kulutus, tupakointi.

** p<0.05 § p<0.01 §§ p<0.001 vertailtaessa vertailuryhmään

Taulukko 4. Sarkopenia ja murtumat

Murtumien yhteys sarkopeniaan ja sen komponentteihin logistisessa regressiossa (N=571)

Muuttujat	Ei mukautettu malli	Mukautettu malli*
	OR (95 % luottamusväli)	OR (95 % luottamusväli)
Sarkopenia		
Sarkopenia	2.7 (1.4-5.4) §	3.3 (1.6-7.0) §§
Presarkopenia	1.1 (0.5-2.6)	1.3 (0.5-3.2)
Ei-luokitellut	2.0 (1.1-3.4)	2.4 (1.3-4.5) §
Normaali	vertailuryhmä	vertailuryhmä
Puristusvoima		
1.kvartiili	2.1 (1.1-3.9) §	2.4 (1.3-4.7) §
2.kvartiili	1.0 (0.5-2.0)	0.95 (0.5-2.0)
3.kvartiili	0.8 (0.4-1.6)	0.7 (0.3-1.5)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä
RSMI		
1.kvartiili	1.3 (0.7-2.5)	1.8 (0.8-4.1)
2.kvartiili	1.0 (0.5-1.9)	1.1 (0.5-2.6)
3.kvartiili	1.2 (0.64-2.4)	1.6 (0.8-3.6)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä
Kävely aika		
1.kvartiili	2.2 (1.1-4.3) *	3.1 (1.4-6.8) §
2.kvartiili	1.2 (0.6-2.7)	1.8 (0.8-4.2)
3.kvartiili	1.6 (0.8-3.4)	1.9 (0.8-4.1)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä

*Mukautettu seuraavilla muuttujilla : ikä, painoindeksi (BMI), fyysinen aktiivisuus, hormoniterapia (HT), alkoholin kulutus sekä tupakointi.

** p<0.05 § p<0.01 §§ p<0.001 vertailtaessa vertailuryhmään

Taulukko 5. Sarkopenia ja kaatumiset

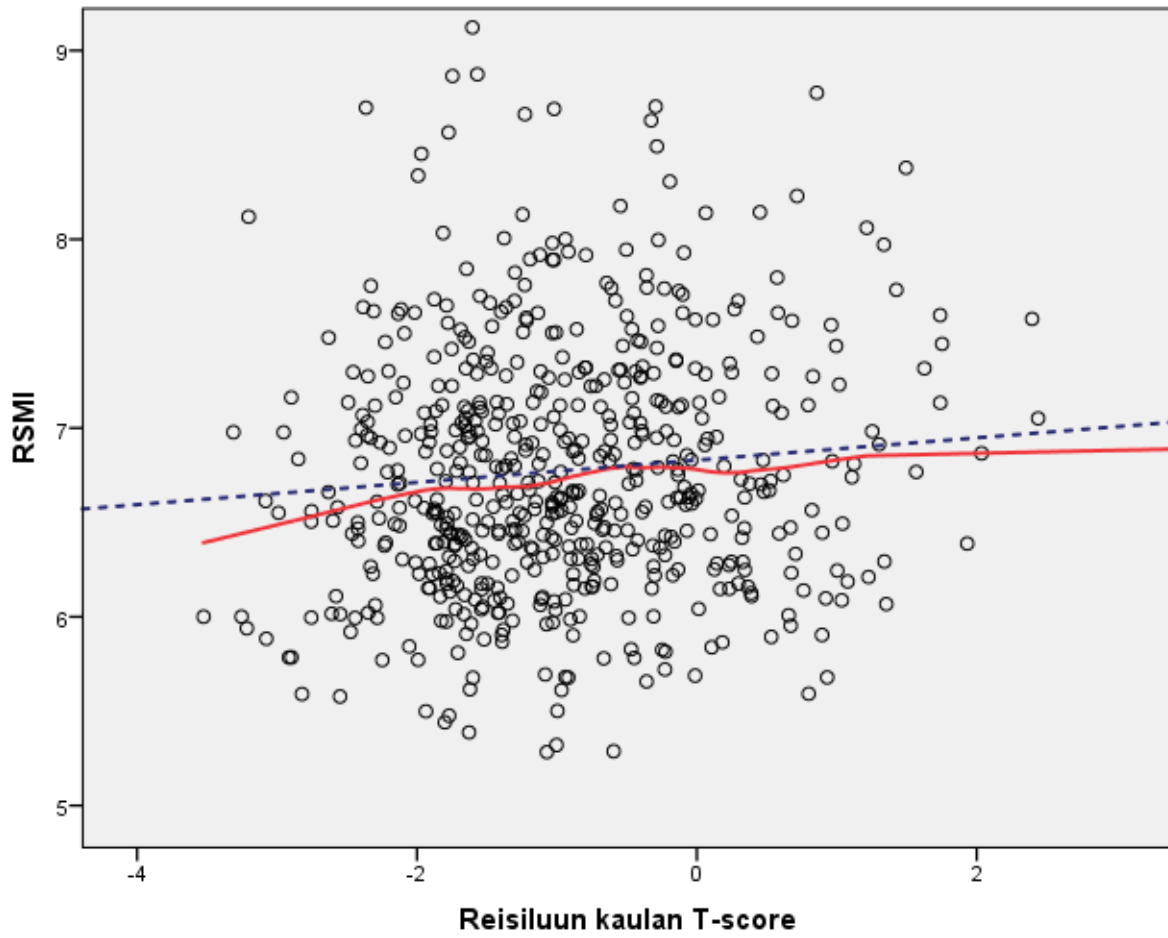
Kaatumisten yhteys sarkopeniaan ja sen komponentteihin logistisessa regressiossa (N=548).

Muuttujat	Ei-mukautettu malli OR (95 % luottamusväli)	Mukautettu malli* OR (95 % luottamusväli)
Sarkopenia		
Sarkopenia	2.1 (1.1-4.1) *	2.5 (1.3-5.1) §
Presarkopenia	1.2 (0.6-2.3)	1.5 (0.7-3.1)
Ei-luokitellut	2.0 (1.2-3.2) §	1.9 (1.1-3.2) *
Normaali	vertailuryhmä	vertailuryhmä
Puristusvoima		
1.kvartiili	1.9 (1.0-3.4) *	2.1 (1.1-4.1) *
2.kvartiili	1.4 (0.8-2.6)	1.8 (0.9-3.5)
3.kvartiili	1.3 (0.7-2.4)	1.5 (0.8-3.0)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä
RSMI		
1.kvartiili	1.0 (0.6-1.7)	1.6 (0.8-3.3)
2.kvartiili	0.6 (0.3-1.1)	1.0 (0.5-2.0)
3.kvartiili	0.9 (0.5-1.5)	1.2 (0.6-2.3)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä
Walking speed		
1.kvartiili	1.4 (0.8-2.4)	1.3 (0.7-2.4)
2.kvartiili	0.8 (0.4-1.4)	0.7 (0.3-1.4)
3.kvartiili	0.8 (0.4-1.5)	0.9 (0.5-1.7)
4.kvartiili	vertailuryhmä	vertailuryhmä

*Mukautettu seuraavilla muuttujilla:ikä, painoindeksi (BMI), fyysinen aktiivisuus, hormoniterapia (HT), alkoholin kulutus ja tupakointi.

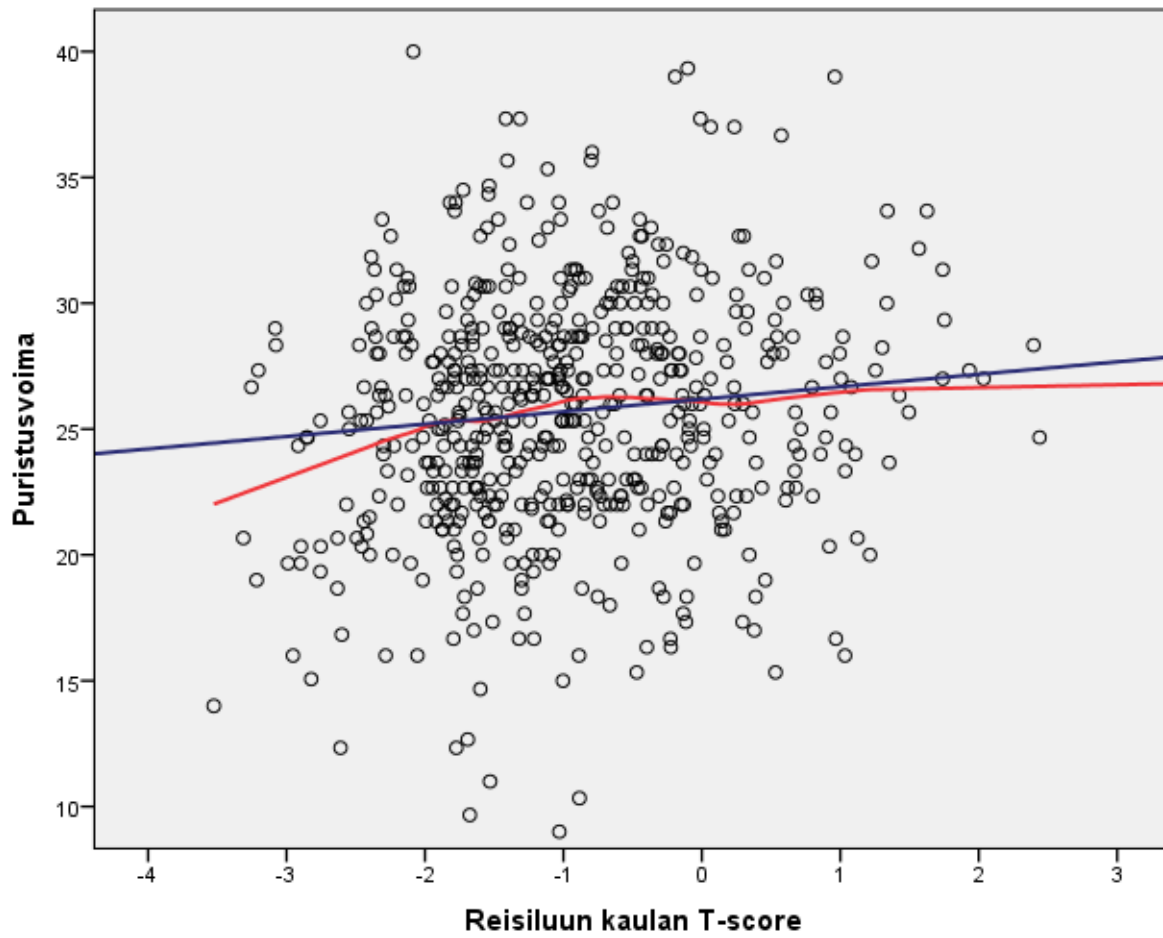
** p<0.05 § p<0.01 §§ p<0.001 vertailtaessa vertailuryhmään

Kuvaaja nro 1. RSMI ja reisiluun kaulan T-score



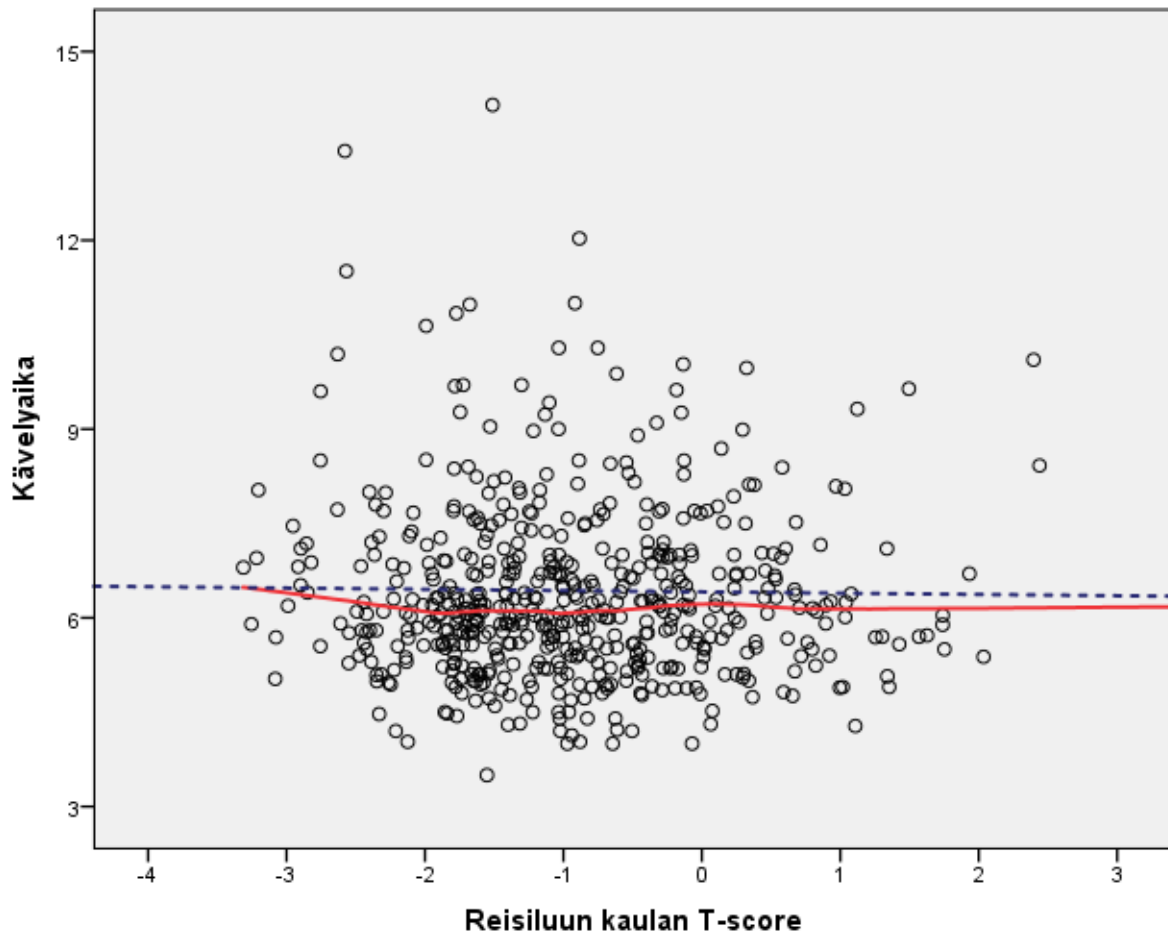
Analyysin regressiokerroin oli 0.143 ($p=0.027$) lineaarisessa regressiossa. R^2 lineaarinen=0,008.

Kuvaaja nro 2. Puristusvoima ja reisiluun kaulan T-Score



Analyysin regressiokerroin oli 0.018 ($p=0.021$) lineaarisessa regressiossa. R^2 lineaarinen=0,009.

Kuvaaja nro 3. Kävelyaika ja reisiluun kaulan T-score.



Analyyisin regressiokerroin oli 0.000 ($p=0.996$) lineaarisessa regressiossa. R^2 lineaarinen= $4,702E-8$.