

KEHONKOOSTUMUKSEN YHTEYS PITKÄIKÄISYYTEEN

Jaana Reponen

Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

Reponen, J. 2018. Kehokoostumuksen yhteys pitkäikäisyyteen. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Gerontologian ja kansanterveyden pro gradu -tutkielma, 42 s.

Rasvamassa, lihasmassa ja niiden suhde elimistössä kuvaavat henkilön terveydentilaa ja elämäntapoja, kuten fyysistä aktiivisuutta. Ylipainon ja alipainon tiedetään lisäävän kuolemanriskiä, mutta kehonkoostumuksen yhteydestä pitkäikäisyyteen on vähemmän tietoa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kehonkoostumuksen yhteyttä pitkäikäisyyteen.

Tämä tutkimus on osa Ikivihreät-tutkimusta, joka alkoi vuonna 1989, kun tutkittavat henkilöt olivat 75-vuotiaita (N=388). Tällöin kehonkoostumusta arvioitiin biosähköisellä impedanssilla. Biosähköisellä impedanssilla mitattiin tutkittavien rasvattoman massan määrä ja rasvaprosentti. Lisäksi tutkittavilta mitattiin pituus, paino, painoindeksi, vyötärön ja lantion ympäryys sekä vyötärö-lantio-suhde. Kuolleisuutta on seurattu tutkimuksen alusta lähtien. Osallistujat luokiteltiin toteutuneen eliniän mukaan kolmeen luokkaan: alle 85-vuotiaana kuolleet (naiset n=102, miehet n=65), 85-89-vuotiaana kuolleet (naiset n=61, miehet n=35) ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneet (naiset n=73, miehet n=19). Eliniän mukaan luokiteltujen ryhmien välisiä eroja kehonkoostumusmuuttujien keskiarvoissa tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Taustamuuttujia tarkasteltiin χ^2 -testillä. Kehonkoostumusmuuttujien yhteyttä pitkäikäisyyteen tarkasteltiin lisäksi binäärisellä logistisella regressioanalyysillä, jota varten valitut kehonkoostumusmuuttujat (BMI, vyötärön ympäryys, rasvaprosentti ja rasvaton massa) luokiteltiin kolmiluokkaisiksi. Analyyseissä vähintään 90-vuotiaaksi eläneitä ja 85-89-vuotiaana kuolleita verrattiin alle 85-vuotiaana kuolleisiin. Miesten ja naisten tulokset analysoitiin erikseen.

Tämän tutkimuksen mukaan kehon paino, BMI, rasvaprosentti, rasvaton massa, vyötärön ja lantion ympäryys sekä vyötärö-lantio-suhde eivät eronneet alle 85-vuotiaana kuolleiden, 85-89-vuotiaana kuolleiden ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneiden välillä kummallakaan sukupuolella tilastollisesti merkitsevästi. Ainoastaan rasvattomalla kehon massalla havaittiin olevan mahdollinen yhteys pitkäikäisyyteen, mutta tämäkään yhteys ei aivan saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä. Miehillä rasvattoman massan keskimmaisessa kolmanneksessa (rasvaton massa 54-59,99 kg) oli noin nelinkertainen todennäköisyys elää vähintään 90-vuotiaaksi kuin kuolla alle 85-vuotiaana (p=0.054). Naisilla rasvattoman massan korkeimmassa kolmanneksessa (rasvaton massa ≥ 46 kg) oli noin kaksinkertainen todennäköisyys elää vähintään 90-vuotiaaksi kuin kuolla alle 85-vuotiaana (p=0.068).

Kehonkoostumuksen ja pitkäikäisyyden välillä ei havaittu yhteyttä tässä tutkimuksessa. Suurin merkitys pitkäikäisyyden kannalta tämän tutkimuksen tulosten mukaan saattaa olla kuitenkin rasvattomalla massalla. Ikääntyessä tulisikin kiinnittää huomiota muiden terveellisten elämäntapojen ohella etenkin lihasmassan ylläpitämiseen, koska se muodostaa merkittävän osan kehon rasvattomasta massasta. Saattaa olla, että iän myötä kehonkoostumuksen merkitys eliniän ja kuolleisuuden ennustajana vähenee esimerkiksi valikoivan kuolleisuuden seurauksena.

Asiasanat:

Pitkäikäisyys, kehonkoostumus, rasvaton massa, rasvamassa, Ikivihreät-tutkimus

ABSTRACT

Reponen, J. 2018. The association between body composition and longevity. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis, 42 pp.

Fat mass, muscle mass and their proportions in human body describe person's health and lifestyle, such as physical activity. Overweight and underweight are known to increase the risk of death but there is less knowledge about the association between body composition and longevity. The purpose of this study was to find out if there is an association between them.

This study is part of the Evergreen-project which began in 1989 when participants were 75 years old (N=388). In Evergreen-project, the body composition was measured by a bioelectrical impedance. In addition, the length, weight, BMI, circumference of the waist and hip and waist-hip ratio were measured. Mortality has been monitored since the beginning of the study. Participants were classified into three groups according to their actual lifespan: death before 85 years of age (women n=102, men n=65), death aged 85-89 (women n=61, men n=35) and at least 90 years of age (women n=73, men n=19). Data were analyzed by χ^2 -test, One-way ANOVA and Binary logistic regression. For the Binary logistic regression analysis, the selected body composition variables (BMI, waist circumference, fat percentage and fat-free mass) were classified into three groups and those who lived at least 90 years of age and those who died 85-89 years of age were compared to those who died before 85 years of age. The data for men and women were analyzed separately.

According to this study, the body weight, BMI, fat percentage, fat-free mass, circumference of the waist and hip and waist-hip ratio did not differ significantly between age groups. There was only one possible association found, namely the relation between fat-free mass and longevity, but this did not quite reach statistical significance. Among men, in the middle third of fat-free mass (fat-free mass 45-49,99 kg) there was approximately a 4-fold probability of living at least 90 years of age than dying under 85 years of age ($p=0.054$). Among females, the highest third of fat-free mass (fat-free mass ≥ 46 kg) had approximately a 2-fold probability of living at least 90 years of age than dying under 85 years of age ($p=0.068$).

There was no association between body composition and longevity in this study. Nevertheless, the most important component of body composition may be fat-free mass. In the elderly, attention should be paid not only to healthy lifestyle but especially maintaining muscle mass because it forms a significant part of the body's fat-free mass. It may be that the significance of body composition used as a predicting factor between life expectancy and mortality is decreasing on ageing people, as a consequence of selective mortality as an example.

Key words:

Longevity, body composition, fat-free mass, fat mass, Evergreen-project

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 KEHONKOOSTUMUS	2
2.1 Kehon eri komponentit	2
2.1.1 Komponenttimallit.....	2
2.1.2 Rasvaton massa	3
2.1.3 Rasvamassa.....	4
2.2 Ikääntymismuutokset kehonkoostumuksessa	4
2.3 Kehonkoostumuksen mittaaminen	6
3 ELINIKÄ JA PITKÄIKÄISYYS	9
3.1 Elinikä, elinajanodote ja pitkäikäisyyden määritelmä.....	9
3.2 Pitkäikäisyyden tutkiminen	10
4 KEHONKOOSTUMUS, TERVEYS JA ELINIKÄ.....	12
4.1 Rasvaton massa ja elinikä.....	13
4.2 Rasvamassa, sairastuvuus ja kuolleisuus.....	14
4.3 BMI ja painonvaihtelut ikääntyessä	14
4.4 Kehonkoostumuksen ylläpitäminen ja muokkaaminen ikääntyessä	15
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYS	17
6 AINEISTO JA MENETELMÄT	18
6.1 Aineisto.....	18
6.2 Tutkimusaineiston analyysi	18
7 TULOKSET	20
7.1 Tutkittavien taustatiedot	20
7.2 Kehonkoostumuksen vaikutukset toteutuneeseen elinikään.....	21
8 POHDINTA.....	25
LÄHTEET	30

1 JOHDANTO

Kaikkein vanhimpien ihmisten terveyttä ja elämäntilannetta tunnetaan huonosti, vaikka useissa maissa juuri he ovat nopeimmin kasvava väestöryhmä (Helminen ym. 2012). Ikääntymisen tutkimuksella pyritään koko ajan saamaan uutta tietoa pitkäikäisyyden taustalla vaikuttavista tekijöistä (Rizzuto & Fratiglioli 2014). Tiedonjano pitkän iän salaisuutta kohtaan ei tunnu sammutuvan, vaan jatkuvasti etsitään keinoja elää mahdollisimman pitkään ja säilyttää mahdollisimman hyvä toimintakyky ikääntyessä.

Ihmisen keskimääräinen elinikä on kasvanut jatkuvasti. Eliniän nopea piteneminen kehittyneissä maissa johtuu pääosin elinympäristöjen paranemisen ja yhteiskunnan sosiaalisen kehityksen aiheuttamasta kuolleisuuden vähenemisestä (Jylhä 2006). Nykytiedon valossa yksilöiden eliniän vaihtelun taustalla on monia eri tekijöitä. Eliniän vaihtelu on tulosta esimerkiksi ympäristön (Christensen ym. 2009), perimän, käyttäytymisen, sattuman (Tuikkala & Hervonen 2006) ja lääketieteellisten tekijöiden (Christensen ym. 2009) monimutkaisista yhdysvaikutuksista. Terveelliset elintavat näyttäisivät ennustavan pitkää ikää ja ovat tärkeässä roolissa ehkäisytässä ikään liittyviä kroonisia sairauksia ja toiminnanvajauksia. Lihavuus ja passiivinen käyttäytyminen puolestaan altistavat erilaisille sairauksille ja lisäävät kuolemanriskiä (Rizzuto & Fratiglioli 2014). Aikaisempi tutkimustieto osoittaa kehonkoostumuksella olevan yhteys sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen (Heitmann ym. 2000; Lahmann ym. 2002), mutta kehonkoostumuksen yhteydestä pitkäikäisyyteen on vähemmän tietoa. Terveiden kannalta oleellisimpia kehonkoostumuksen komponentteja ovat rasvaton massa ja rasvamassa, niiden suhteelliset määrät elimistössä sekä rasvan jakautuminen kehon eri osiin (Visser & Harris 2012).

Pitkäikäisyys ja siihen liittyvät tekijät ovat kiinnostuksen kohteena sekä tutkimusmaailmassa että arkielämässä. Pitkäikäisyyden fenotyyppiä etsiviä poikkileikkaustutkimuksia on tehty paljon (Willcox ym. 2006), mutta pitkittäistutkimuksia huomattavasti vähemmän. Sen vuoksi on tarvetta tutkia pitkäikäisyyttä ja siihen vaikuttavia tekijöitä myös pitkittäisasetelmassa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia kehonkoostumuksen yhteyttä pitkäikäisyyteen. Tutkimuksessa selvitetään, eroaako 75-vuotiaana mitattu kehonkoostumus alle 85-vuotiaana kuolleiden, 85-89-vuotiaana kuolleiden ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneiden välillä. Tutkimus on osa laajaa Ikivihreät-tutkimusta (Heikkinen ym. 2013).

2 KEHONKOOSTUMUS

Kehonkoostumus kertoo, mistä ainesosista keho koostuu ja miten ne ovat kehoon jakautuneet (Wilmore & Costill 2004, 449). Ihmisen keho koostuu lipideistä, vedestä, proteiineista, glyko-geenista sekä luun ja kudosten mineraaleista (Borg ym. 2004, 17). Kehonkoostumus on jokaisella ihmisellä yksilöllinen ja siihen vaikuttavat monet erilaiset tekijät, kuten ikä, sukupuoli, perimä ja ympäristö (Deurenberg ym. 1991; Maes ym. 1997). Tarkka kehonkoostumuksen mittaaminen ei ole mahdollista eläviltä ihmisiltä, mutta mahdollisimman luotettavat kehonkoostumuksen arvioinnit ovat hyödyllisiä esimerkiksi arvioitaessa yksilön ravitsemuksellista ja terveydellistä tilaa (Mikat ym. 2007). Terveiden kannalta tärkeimpiä tekijöitä kehonkoostumuksessa ovat rasvamassan ja rasvattoman massan suhteelliset määrät sekä rasvan jakautuminen kehon eri osiin (Visser & Harris 2012).

2.1 Kehon eri komponentit

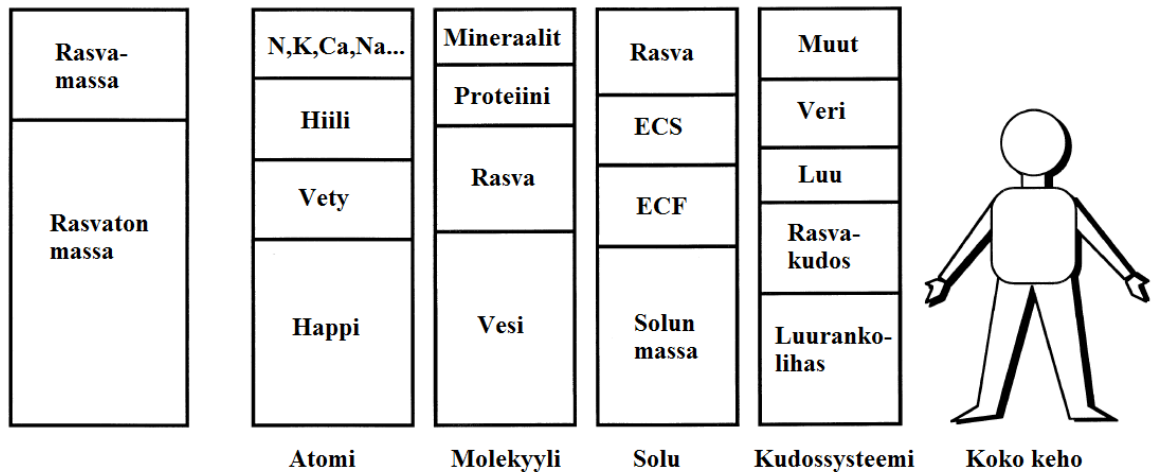
2.1.1 Komponenttimallit

Ihmisen kehonkoostumusta voidaan tarkastella erilaisten komponenttimallien avulla. Komponenttimallien mukaan ihmiskeho voidaan jakaa kahteen tai useampaan komponenttiin (Ellis 2000).

Ellisin (2000) mukaan jo yli 60 vuoden ajan yleisin kehonkoostumuksen arvioinnissa käytetty malli on kaksikomponenttimalli. Myös kliinisessä ja gerontologisessa tutkimuksessa on yleensä käytetty kahden komponentin mallia (Suominen 2013a). Kaksikomponenttimallissa kehon katsotaan koostuvan kahdesta komponentista: rasvattomasta massasta ja rasvamassasta. Rasvattomaan massaan katsotaan kuuluvaksi kaikki muut kehon osat lukuun ottamatta rasvamassaa. Yleisimpiä kaksikomponenttimalliin perustuvia kehonkoostumuksen mittaamenetelmiä ovat esimerkiksi ihopoimumittaus ja biosähköinen impedanssi (BIA). Kolmekomponenttimallissa rasvattomasta massasta erotetaan erilliseksi tekijäksi vesi. Näin ollen mallin mukaiset kolme komponenttia ovat rasvamassa, vesi ja jäljelle jäävä kiinteä rasvaton massa. Neljäkomponenttimallissa puolestaan keho jaetaan rasvamassaan, veteen ja rasvattoman massan kiinteät aineet edelleen proteiineiksi ja kivennäisaineiksi (Ellis 2000).

Kehonkoostumusta voidaan tarkastella myös Wangin ym. (1992) laatiman komponenttimallijaottelun avulla (kuva 1). Jaottelun mukaan kehonkoostumus voidaan jakaa viiteen eri tasoon, jotka ovat atomi-, molekyyli-, solu-, kudossysteemi- ja koko kehon taso (Wang ym. 1992).

2-KOMPONENTTI-MALLI



MONIKOMPONENTTIMALLIT

KUVA 1. Kehonkoostumuksen kaksikomponenttimalli ja viisi monikomponenttimallia. ECS=solun ulkoinen kiinteä aine, ECF=solun ulkoinen neste (mukaiillen Ellis 2000; Wang ym. 1992).

2.1.2 Rasvaton massa

Tutkimuskirjallisuudessa kehon rasvattomasta massasta käytetään termejä *Fat-free body mass* (FFM) ja *Lean body mass* (McArdle ym. 2010, 736). Yleisesti rasvattomaan massaan katsotaan kuuluvaksi kaikki kehon kudokset rasvamassaa lukuun ottamatta, jolloin käytetään termiä FFM (Kyle ym. 2004; McArdle ym. 2010, 736). Rasvattomaan massaan kuuluvat siis lihakset, luu, sidekudos, elimet (Kyle ym. 2004; Suominen 2013a) sekä lisäksi lihaksiin ja maksaan varastoitunut hiilihydraatti eli glykogeeni (Williams ym. 2003). Joissakin komponenttimalleissa rasvattomaan massaan luetaan kuuluvaksi myös ei-sukupuolisidonnainen elimistöille välttämätön rasva, ja tällöin käytetään termiä *Lean body mass* (McArdle ym. 2010, 736; Wilmore & Costill 2004, 449).

Tarkka lihasmassan määrittäminen on vaikeaa elävillä ihmisillä. Koska lihakset muodostavat suurimman osan rasvattomasta massasta, käytetään rasvattoman massan määrää usein kuvaamaan lihasmassan määrää (Houtkooper ym. 2001). Miehillä on lähtökohtaisesti enemmän lihasmassaa kuin naisilla kaikissa ikäryhmissä (Janssen ym. 2000). Nuorella aikuisella miehellä

lihasmassan osuus kehon kokonaispainosta on keskimäärin 45 % ja nuorella aikuisella naisella puolestaan 36 % (McArdle ym. 2010, 735). Luuston osuus kehon kokonaispainosta on nuorella aikuisella miehellä keskimäärin 15 % ja naisella 12 % (McArdle ym. 2010, 735).

2.1.3 Rasvamassa

Rasvamassa sisältää kaiken kehon rasvan, joka voidaan jakaa elimistölle välttämättömiin rasvoihin ja varastorasvoihin (Goran 1998; McArdle ym. 2010, 736). McArdlen ym. (2010, 735-736) mukaan ihminen tarvitsee välttämättömiä rasvoja normaaleihin fysiologisiin toimintoihin. Välttämätöntä rasvaa on esimerkiksi sydämessä, keuhkoissa, suolistossa, lihaksissa, keskushermostossa ja luuytimessä. Lisäksi naisille on tärkeää myös sukupuolisidonnainen välttämätön rasva, jota tarvitaan muun muassa normaalin hormonitoiminnan ylläpitoon. Miehillä välttämättömän rasvan osuus on noin 3 % ja naisilla noin 12 % kehon kokonaispainosta (McArdle ym. 2010, 735-736).

McArdlen (2010, 735-736) mukaan suurin osa kehon kokonaisrasvasta on rasvasoluihin varastoitunutta rasvaa. Varastorasvaksi luokitellaan sekä ihonalainen rasvakerros että sisäelinten ympärille kertyvä viskeraalirasva. Varastorasvan osuus kehon kokonaispainosta on nuorilla aikuisilla miehillä keskimäärin 12 % ja naisilla 15 % (McArdle ym. 2010, 736). Rasvamassan kokonaismäärä nuorilla aikuisilla miehillä on keskimäärin 15 % ja naisilla 27 % kehon kokonaispainosta (McArdle ym. 2010, 735).

2.2 Ikääntymismuutokset kehonkoostumuksessa

Ikääntymiseen liittyy merkittäviä muutoksia kehonkoostumuksessa ja muutokset ovat osa normaalia ikääntymisprosessia (Woodrow 2009). Muutokset voivat kuitenkin vaikuttaa negatiivisesti ikääntyneiden toimintakykyyn (Candow ym. 2005). Kehonkoostumusta pidetään tärkeänä terveyteen ja toimintakykyyn vaikuttavana tekijänä ikääntyessä (Visser & Harris 2012).

Ikääntyminen aiheuttaa monia muutoksia kehon rasvattomassa massassa. Forbes ja Reina (1970) olivat ensimmäisiä, jotka raportoivat prospektiivisen datan pohjalta rasvattoman massan vähentyvän ikääntyessä (Forbes & Reina 1970). Rasvaton massa vähenee progressiivisesti jo aikuisiästä lähtien (Kyle ym. 2001), mikä johtuu pääasiassa lihaskudoksen, muiden proteiinien

ja luiden mineraalien määrän vähenemisestä (Suominen 2013a). Tutkimuksissa on saatu ristiriitaista tietoa muutosten alkamisajankohdasta, etenemisnopeudesta sekä miesten ja naisten välisistä eroista. Rasvattoman massan on todettu pienenevän 2-6 % kymmenessä vuodessa 40.-80. ikävuosien aikana (Suominen 2013a).

Kehon rasvattoman massan väheneminen iän myötä on yhteydessä lihasmassan vähenemiseen ja lihaksen sisään kertyvän rasvan osuuden lisääntymiseen (Suominen & Era 2013). Lihasmassa pienenee 50. ikävuoteen mennessä noin 10 % ja 70. ikävuoteen mennessä noin 40%. Nopeat lihassyöt surkastuvat eniten, mikä johtuu muun muassa alfa-motoneuronien kadosta ja voimaa vaativan fyysisen toiminnan vähenemisestä (Vuori 2011). Jos lihasmassa vähenee normaaliin ikääntymiseen liittyvää lihasmassan ja lihasvoiman heikkenemistä voimakkaammin, voidaan puhua lihaskadosta eli sarkopeniasta (Shaw ym. 2017). Sarkopenian esiintyvyyden keskiarvo yli 60-vuotiailla on noin 10 % (Shafiee ym. 2017). Sarkopenian lisäksi voidaan puhua myös sarkopeenisesta lihavuudesta, jolla tarkoitetaan alhaisen lihasmassan ja liiallisen rasvamassan yhdistelmää (Stenholm ym. 2008).

Luuston muutoksille on tyypillistä luumassan lisääntyminen kasvun aikana, aikuisuuden tasanvaihe ja luumassan menetys ikääntymisen seurauksena (Suominen 2013b). Luun määrä saattaa alkaa vähentyä ja rakenne heikentyä jo noin 40-vuotiaana ja ikääntymisen seurauksena muutokset kiihtyvät (Vuori 2011). Vaihdevuodet aiheuttavat naisilla kiihtymistä luuston massan vähenemisessä, mutta se hidastuu samalle tasolle miesten kanssa vaihdevuosien jälkeen (Suominen 2013b). Naiset menettävät elinaikanaan noin 50 % hohkaluusta ja noin 30 % kuoriluusta. Miehet puolestaan menettävät elinaikanaan hohkaluusta noin 30 % ja kuoriluusta noin 20 % (Väänänen 1996). Hohkaluuta on pitkien luiden päissä ja pienten luiden sisäosissa ja kuoriluuta on puolestaan pitkien luiden varret sekä kaikkien luiden pintaosat (Suominen 2013b). Luun määrän väheneminen ja niiden rakenteen heikentyminen ikääntymisen myötä lisää merkittävästi murtumien ja erilaisten toiminnanvajausten riskiä (Suominen & Era 2013).

Ikääntyminen aiheuttaa muutoksia myös kehon rasvamassassa. Rasvasolujen lukumäärä vakiintuu lapsuuden ja nuoruuden aikana eikä juuri muutu aikuisiässä (Spalding ym. 2008). Rasvamassan määrä kuitenkin lisääntyy iän mukana progressiivisesti noin 70.-80. ikävuoteen asti, jonka jälkeen kasvu tasaantuu tai lähtee naisilla jopa laskuun (Ding ym. 2007; Kyle ym. 2001; Suominen 2013a). Muutosten seurauksena rasvamassan suhteellinen osuus kehon painosta saattaa lisääntyä pitkälle vanhuuteen saakka (Ding ym. 2007). Rasvan jakautuminen kehon eri osiin

muuttuu ikääntymisen seurauksena (Kuk ym. 2009; Visser & Harris 2012). Ikääntyessä rasvaa kertyy aiempaa enemmän keskivartaloon kuin raajoihin (Suominen 2013a). Lisäksi kehon sisäinen, lihasten ympärille ja sisälle sekä sisäelinten ympärille kertyvä rasva lisääntyy suhteessa ihonalaiseen rasvaan (Kuk ym. 2009; Suominen 2013a). Suuremman kehon rasvamassan määrän on todettu olevan yhteydessä nopeutuneeseen lihasmassan menetykseen ikääntyessä (Koster ym. 2011).

Kehon kokonaispaino lisääntyy aikuisiässä keskimäärin 50.-60. ikävuoteen asti, mikä johtuu yleensä rasvan määrän lisääntymisestä (Suominen 2013a). Rasvan lisääntyminen voi jatkua vielä tästä eteenpäinkin, etenkin naisilla, mutta kehon paino ei välttämättä kuitenkaan muutu rasvattoman massan määrän vähenemisen takia. Kehon paino kääntyy yleensä laskuun 70.-80. ikävuoden jälkeen (Drøyvold ym. 2006; Kuczmarski ym. 2000; Suominen 2013a). Ikääntyessä keho muuttuu siten, että painoindeksin (BMI) tulkinta vaikeutuu (Suominen ym. 2010). Kehon pituus vähenee progressiivisesti yli 60-vuotiailla keskimäärin noin 2 senttimetriä kymmenessä vuodessa, mikä johtuu erityisesti kyfoosin eli köyryselkäisyyden lisääntymisestä, nikamien luumakadosta, nikamavälilevyjen kokoonpuristumisesta ja nikamia tukevien nivelsiteiden höllentymisestä (Suominen 2013a). Pituuden vähenemisen vuoksi BMI voi olla yliarvioitu (Visser & Harris 2012).

2.3 Kehonkoostumuksen mittaaminen

Kehonkoostumusta ei voida suoraan mitata eläviltä ihmisiltä, mutta mittaamiseen ja arviointiin on kuitenkin kehitetty erilaisia epäsuoria menetelmiä. Mittausmenetelmät voidaan jakaa kahteen pääkategoriaan, jotka ovat kenttä- ja laboratoriomenetelmät (Norgan 2005). Kenttämenetelmistä yleisimpiä ovat esimerkiksi BMI, vyötärö-lantio-suhde, ihopoimiumittaus sekä biosähköinen impedanssi (BIA) (Mikat ym. 2007). Yleisimmin käytettyjä laboratoriomenetelmiä ovat puolestaan esimerkiksi kaksiennergisen röntgensäteiden absorptiometria (DXA) sekä vedenalaispunnitus (Wells & Fewtrell 2006). Yleisesti ottaen laboratoriotekniikat ovat kenttämenetelmiä tarkempia kehonkoostumuksen mittaamisessa, mutta myös kalliimpia ja aikaa vievämpiä (Wagner & Heyward 1999). Kenttämenetelmät ovat käytännöllisempiä ja soveltuvat paremmin suurille henkilökoukoille (Sillanpää 2011).

Käytännöllisimpiä kehonkoostumuksen antropometrisia mittareita ikääntyneillä ovat niin sanotut yksinkertaiset mittarit, joita ovat esimerkiksi pituus, paino, BMI, vyötärönympäryys ja vyötärö-lantio-suhde (Visser & Harris 2012). Nämä mittarit antavat epäsuoria ja karkeita arvioita esimerkiksi lihavuudesta ja keskivartalolihavuudesta (Neovius ym. 2005) ja tarjoavat yksinkertaisen tavan arvioida ikääntyvien ihmisten kehon fyysisiä ominaisuuksia (Suominen & Era 2013). Pituuden ja painon mittauksia tehdään lähes kaikissa terveys- ja toimintakykytutkimuksissa (Suominen & Era 2013). BMI:tä käytetään yleisenä ennustemuuttujana toimintakykyä, sairastavuutta ja kuolleisuutta selvittävissä epidemiologisissa tutkimuksissa (Suominen & Era 2013). BMI kuvaa pituuden ja painon suhdetta ja se lasketaan jakamalla henkilön paino pituuden neliöllä [paino (kg)/pituus (m)²] (WHO 2016). BMI:tä käytetään muun muassa ali- ja ylipainon luokittelussa. WHO:n (2016) kansainvälisen luokituksen mukaan normaalipainoa kuvaava BMI-lukema on 18,5-24,9. Alle 18,5 BMI kuvaa puolestaan alipainoisuutta, yli 24,9 ylipainoisuutta ja yli 30 lihavuutta (WHO 2016). BMI on yleisesti hyväksytty ja paljon käytetty menetelmä, mutta se ei anna kovinkaan luotettavia ja riittävän tarkkoja tuloksia henkilöillä, joiden lihasmassan osuus on hyvin pieni tai vastaavasti hyvin suuri (Racette ym. 2006). Lisäksi BMI ei huomioi rasvattoman massan ja rasvamassan suhteellisia osuuksia, vaan määrittelee ainoastaan painon suhteen pituuteen (Neovius ym. 2005). Näin ollen BMI on hyvä mittari väestötasolla, mutta yksilötasolla se antaa vain vähän tietoa kehonkoostumuksesta (Visser & Harris 2012). Tämän vuoksi tutkimuksissa on pyritty kehittämään myös erilaisia kehonkoostumuksen mittausmenetelmiä (Suominen & Era 2013). Yksinkertaisista antropometrisista mittauksista esimerkiksi vyötärönympäryys ja vyötärö-lantio-suhde kuvaavat paremmin rasvan jakautumista kehossa (Hsieh ym. 2003).

Ihopoimuumittauksessa mitataan kehon ihonalaisen rasvakudoksen paksuutta useista eri kohdista (Wagner & Heyward 1999; Wang ym. 2000). Ihonalaisen rasvan osuus on noin 40-60 % kehon rasvamassasta lukuun ottamatta vanhenevia ihmisiä, joilla se on yleensä vähemmän (Wang ym. 2000). Ihopoimujen summasta voidaan laskea arvio koko kehonkoostumuksesta (Wagner & Heyward 1999). Rasvan osuutta kehon massasta voidaan arvioida lukuisilla erilaisilla yhtälöillä (Wang ym. 2000). Ihopoimuumittaus on menetelmänä yksinkertainen ja edullinen (Wagner & Heyward 1999). Sen tarkkuus ja luotettavuus riippuvat kuitenkin paljon mittaajasta, yhtälön valinnasta ja siitä, toistetaanko mittaus täysin samoista kohdista (Wang ym. 2000). Ihopoimuumittaus ei ole soveltuva kehonkoostumuksen mittausmenetelmä hyvin lihavilla ja iäkkäillä henkilöillä (Wagner & Heyward 1999).

BIA on yksi käytetyimmistä menetelmistä kehonkoostumuksen mittaamisessa (Lee & Gallagher 2008). Sen vahvuuksia ovat helppokäyttöisyys, turvallisuus, edullisuus, nopeus ja hyvä toistettavuus (Kyle ym. 2003; Lee & Gallagher 2008; Wells & Fewtrell 2006). BIA perustuu pienten elektronisten signaalien kulkeutumiseen kehossa ja elimistön eri kudosten sähköjohtokykyyn. BIA mittaa ensisijaisesti kehon rasvattoman kudoksen volyymia, jolloin voidaan edelleen määrittää kehon painon avulla kehon rasvapitoisuus (Suominen & Era 2013). BIA perustuu kehonkoostumuksen kaksikomponenttimalliin (Lee & Gallagher 2008; Suominen & Era 2013).

DXA on alun perin luuntiheyden mittauksiin tarkoitettu menetelmä, jota pidetään eräänlaisena kehonkoostumuksen mittausten kultaisena standardimenetelmänä (Lee & Gallagher 2008; Suominen & Era 2013). DXA:lla mitataan kolmen kehon pääkomponentin (luun, rasvattoman massan ja rasvamassan) määrää, sijaintia ja suhdetta (Lee & Gallagher 2008). DXA on suhteellisen nopea ja tarkka kehonkoostumuksen mittari ja sillä voidaan mitata koko kehonkoostumus tai vain jonkin kehon osan, kuten vatsan alueen tai jalkojen, koostumus (Wagner & Heyward 1999). Menetelmä on kuitenkin melko kallis johtuen mittausvälineiden kalleudesta (Lee & Gallagher 2008; Wagner & Heyward 1999)

Fogelholmin (2004) mukaan vedenalaispunnitus on yksi luotettavimmista kehonkoostumuksen arviointimenetelmistä terveillä aikuisilla. Menetelmä perustuu Arkhimedeeseen lakiin, jonka mukaan nesteeseen upotettu esine kevenee yhtä paljon kuin sen syrjäyttämä nestemäärä painaa. Syrjäytynyt nestemäärä aiheuttaa nosteen, joka keventää nesteeseen upotetun henkilön. Henkilön tilavuus saadaan selvitettyä punnitsemalla henkilö sekä maalla että vedessä sekä ottamalla huomioon muut nosteeseen vaikuttavat tekijät, kuten esimerkiksi veden tiheys, punnitushetkellä keuhkoissa ja suolistossa oleva ilma sekä punnittavan henkilön eri kudosten (rasva, lihas, luu) tiheydet. Tilavuuden ja massan avulla lasketaan henkilön keskimääräinen tiheys, jonka avulla edelleen kehon suhteellinen koostumus. Vedenalaispunnitus kestää huolellisesti suoritettuna noin 30-45 minuuttia ja menetelmä edellyttää hyvää yhteistyötä mittaajan ja mitattavan välillä onnistuakseen. Hyvin iäkkäiden henkilöiden kehonkoostumuksen arviointi vedenalaispunnituksella on vaikeaa. Hauras luusto esimerkiksi osteoporoosia sairastavilla henkilöillä yliarvioi rasvan määrää ja toisaalta esimerkiksi nesteen menetyks aiheuttaa puolestaan rasvan määrän ali-arvioinnin (Fogelholm 2004).

3 ELINIKÄ JA PITKÄIKÄISYYS

3.1 Elinikä, elinajanodote ja pitkäikäisyyden määritelmä

Ihmisen keskimääräinen elinikä on kasvanut jatkuvasti. Eliniän nopea piteneminen kehittyneissä maissa johtuu pääosin kuolleisuuden vähenemisestä, joka puolestaan on seurausta elinympäristöjen paranemisesta ja yhteiskunnan sosiaalisesta kehityksestä (Jylhä 2006).

Yksi väestön terveyden mittareista on elinajanodote, eli ”keskimääräinen elinikä”, syntymähetkellä. Myrskylän (2010) mukaan elinajanodotteella tarkoitetaan vuosia, jonka verran tietyn ikäinen väestö eläisi kuolleisuuden säilyessä nykyisellä tasollaan. Tilastollinen elinajanodote ja todellinen keskimääräinen elinikä vastaavat toisiaan kuitenkin vain siinä tapauksessa, jos kuolleisuus ei muutu tai jos sattumalta jossain ikäluokassa tapahtunut kuolleisuuden aleneminen kumoutuu toisen ikäluokan kuolleisuuden nousulla. Todennäköisesti elämme siis jopa toistakymmentä vuotta pidempään kuin tilastollinen elinajanodote kertoo (Myrskylä 2010). Elinajanodotetta seurataan kaikissa maissa, mikä mahdollistaa eri kansakuntien vertailun toisiinsa (Huttunen 2015).

Suomalaisten elinajanodote on kasvanut merkittävästi viimeisen sadan vuoden aikana (Martelin ym. 2008). Vaikka naiset yleensä elävät miehiä pidempään, on ero elinajanodotteessa miesten ja naisten välillä kaventunut (Nordic Medico-Statistical Committee 2015). Huttusen (2015) mukaan suomalaisten keskimääräisestä eliniästä ja sen alueellisista vaihteluista on täsmällisiä tietoja 1700-luvulta asti. Vuonna 1752 vastasyntyneiden miesten elinajanodote oli noin 35 vuotta ja naisten hieman alle 40 vuotta (Huttunen 2015). Nykypäivänä miesten elinajanodote Suomessa on yli 78 vuotta ja naisten puolestaan lähes 84 vuotta. Vuonna 1960 yli 65-vuotiaisen osuus väestöstä oli 7,3 % ja vuonna 2014 19,7 % (Nordic Medico-Statistical Committee 2015). Vaikka ihmisten keskimääräinen elinikä kasvaa kehittyneissä maissa jatkuvasti, ei ihmislajin maksimi-ikä näytä kasvavan, vaan se on edelleen 115-125 vuoden välillä (Huttunen 2015).

Pitkäikäisyydelle ei ole olemassa tiettyä yksiselitteistä määritelmää eikä myöskään määritettyä rajaa, milloin henkilö on saavuttanut pitkän iän (Newman & Murabito 2013). Ikääntyneille henkilöille on kuitenkin tehty tutkimuksissa erilaisia jaotteluja. Vanhoista vanhimmiksi (oldest old) katsotaan kuuluvaksi tutkimuksesta riippuen joko esimerkiksi 80-vuotiaat ja sitä vanhemmat (esim. Rizzoli ym. 2014; Shi ym. 2015) tai 85-vuotiaat ja sitä vanhemmat (esim. Nygren

ym. 2005) henkilöt. Nykytutkimuksissa vanhoista vanhimmiksi kutsutaan yhä enenevässä määrin 90-vuotiaita tai sitä vanhempia, koska yli 90-vuotiaiden määrä väestössä kasvaa jatkuvasti (Cevenini ym. 2013). Pitkäikäiset henkilöt voidaan jakaa myös esimerkiksi 80-89-vuotiaisiin (octogenarian), 90-99-vuotiaisiin (nonagenarian) ja 100-vuotiaisiin (centenarian) (esim. Rantanen ym. 2012).

Pitkäikäisyyden yleistymisestä seuraa monenlaisia erilaisia vaikutuksia. Kasvavien eläkemenojen ja sairaanhoitokulujen lisäksi pitkäikäisyys tuo myös monia positiivisia vaikutuksia, kuten esimerkiksi sen, että yhä useampi 90-vuotias elää edelleen avioliitossa ja yhä useammissa perheissä on elossa neljä tai viisi sukupolvea (Jylhä 2006).

3.2 Pitkäikäisyyden tutkiminen

Suomalaisen lääkäriseura Duodecimin ja Suomen Akatemian (2012) Kohti parempaa vanhuutta -konsensuslausuman mukaan vanheneminen on maailmanlaajuinen megatrendi ja eliniän piteneminen nähdään suurena yhteiskunnallisena saavutuksena. Suomessa ja monissa muissa maissa yhteiskunnan toiminnat eivät kuitenkaan vastaa muuttuvan väestörakenteen vaatimuksia. Pitkäikäisyyden yleistyminen muuttaa monin tavoin muun muassa yhteiskunnan kulttuuria, palveluntarpeita ja taloutta. Pitkäikäisyyden ja vanhenemisen tutkimuksella voidaan tuottaa tietoa, jonka pohjalta voidaan tehdä tarvittavia yhteiskunnallisia uudistuksia (Suomalainen lääkäriseura Duodecim & Suomen Akatemia 2012).

Pitkäikäisyyden tutkimuksilla pyritään löytämään selittäviä tekijöitä sille, miksi toiset elävät pidempään kuin toiset. Martinin ym. (2012) mukaan harvat pitkäikäisyyttä koskevat tutkimukset perustuvat teoreettisiin malleihin. Joissain tutkimuksissa käytetään lääketieteellisiä tai biologisia malleja, mutta iso osa tutkimuksista korostaa väestöllisiä ja psykososiaalisia tekijöitä. Huomio kiinnittyy esimerkiksi terveyteen, ravitsemukseen, geneihin ja ympäristötekijöihin (Martin ym. 2012).

Perinnöllisyyden vaikutusta pitkäikäisyyteen on tutkittu paljon. Tämän hetkisen tutkimustiedon mukaan perimä selittää eliniän vaihtelusta noin 25 % (Herskind ym. 1996; Mitchell ym. 2001; Skytthe ym. 2003). Pitkäikäisyyden yleistyminen ja eliniän piteneminen on tapahtunut niin nopeasti, että taustalla vaikuttavat todennäköisesti enemmän muutokset fyysisissä ympäristöissä kuin geneettiset ja evoluution muutokset (Fogel & Costa 1997).

Pitkäikäisyyteen vaikuttavia tekijöitä on yritetty etsiä tutkimalla tiettyjä väestöryhmiä tai asuin-alueita, joissa eliniän on todettu olevan muita korkeampi. Yksi maailman tunnetuimmista pitkäikäisyystutkimuksista on Japanin Okinawa Centenarian Study -tutkimushanke, jossa pyritään löytämään tämän maailman pitkäikäisimpänä ja terveimpänä pidetyn kansan pitkän iän taustalla vaikuttavia tekijöitä (Willcox ym. 2006). Yksi Suomen tunnetuimmista pitkäikäisyystutkimuksista on vuonna 1995 käynnistetty Tervaskannot 90+-tutkimus, jossa tutkitaan yli 90-vuotiaiden hyvinvointia ja toimintakykyä sekä pitkäikäisyyteen ja terveeseen ikääntymiseen vaikuttavia tekijöitä (Jylhä ym. 2007).

Pitkäikäisyyttä on tutkittu pääasiassa poikkileikkausasetelmilla, joissa pyritään löytämään pitkäikäisyyden fenotyyppi (Willcox ym. 2006). Soveliain lähestymistapa pitkäikäisyyden ja siihen vaikuttavien tekijöiden tutkimiseen olisi kuitenkin seurata pitkittäisasetelmalla tutkimusjoukkoa, jota on tutkittu jo aikaisemmassa elämässä ja seurattu heitä heidän kuolemaansa saakka (Rantanen ym. 2012). Poikkileikkausasetelmissa saadaan tietoa ainoastaan yksilöiden ja kohorttien välisistä eroista ja yhtäläisyyksistä tiettyinä ajankohtina, kun taas pitkittäistutkimuksessa yksilöiden välisten tietojen lisäksi voidaan tutkia myös yksilöissä itsessään ikääntymisen seurauksena tapahtuvia muutoksia (Schaie & Hofer 2001).

4 KEHONKOOSTUMUS, TERVEYS JA ELINIKÄ

Krooninen ruokapula ja aliravitsemus ovat olleet ihmiskunnan ongelmia historian alusta alkaen (Eknoyan 2006). Lihavuus ja siihen liittyvät komplikaatiot ovat puolestaan vasta noin yhden vuosisadan vanha ilmiö, ja suurimman osan ihmiskunnan historiasta suurta rasvamassaa on pidetty etuna ja lihavuutta merkinä hyvästä terveydentilasta. Vasta 1900-luvun ensimmäisten vuosikymmenten aikaan lihavuuden vaikutuksia sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen alettiin huomioida (Eknoyan 2006; Eknoyan 2007).

Maailman ensimmäisiä merkittäviä kehonkoostumusta käsitteleviä tutkimuksia oli toisen maailmansodan aikaan vuosina 1944-1945 tehty ravitsemustieteen klassikkotutkimus Minnesota Starvation Experiment. Tutkimuksessa saatiin tietoa siitä, mitä muutoksia vapaaehtoinen nälkiintymistilanne ihmisen elimistössä aiheuttaa (Kalm & Semba 2005). Lihavuuden tutkimus puolestaan lähti toden teolla käyntiin 1960-luvulla, jolloin kehon rasvakudos määritettiin omaksi elimekseen aikaisemmin ajatellun passiivisen rasvavaraston sijaan (Eknoyan 2007). Nykypäivänä sekä alipainoisuus että ylipainoisuus aiheuttavat merkittäviä terveysongelmia maailmanlaajuisesti, minkä vuoksi niiden tutkiminen on tärkeää (WHO/FAO 2002).

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen tuottaman FINRISKI 2012 -terveystutkimuksen (Männistö ym. 2012) mukaan lihavuus on nykypäivänä yksi merkittävimmistä kansanterveydellisistä ongelmista Suomessa. Jopa kaksi kolmesta miehestä ja puolet naisista ovat vähintään ylipainoisia. BMI:n mukaan lihavaksi voidaan luokitella noin viidennes suomalaisista. Lihavuus on myös maailmanlaajuisesti viimeisen 30 vuoden aikana kaksinkertaistunut. Ylipainon ja lihavuuden yleistymiseen ovat vaikuttaneet esimerkiksi elintason nousu, elinympäristöjen ja elintapojen muutokset, ruumiillisen työn ja arkiliikunnan vähentyminen sekä istumisen lisääntyminen (Männistö ym. 2012). Maailmanlaajuisesti ylipainoisten naisten määrä ylitti alipainoisten naisten määrän vuonna 2004 ja ylipainoisten miesten määrä alipainoisten miesten määrän vuonna 2011 (NCD Risk Factor Collaboration 2016).

Kehonkoostumuksella, erityisesti lihassamalla, on tärkeä merkitys fyysisen toimintakyvyn ylläpidossa ja parantamisessa ikääntyessä (Janssen ym. 2002; Sternfeld ym. 2002). Toimintakyky heikkenee ikääntymisen seurauksena (Helldán & Helakorpi 2014) ja lisäksi lihavuuden on todettu lisäävän toiminnanrajoitteita ja toiminnanvajauksia ikääntyneillä (Visser & Harris 2012). Toimintakyvyn ylläpitäminen ikääntyessä on tärkeää, sillä toimintakyky vaikuttaa esimerkiksi

ikäntyneiden päivittäisistä toimista selviytymiseen ja elämänlaatuun. Fyysinen toimintakyky on yksi toimintakyvyn ulottuvuuksista, ja sillä tarkoitetaan ihmisen fyysisiä edellytyksiä selviytyä niistä tehtävistä, jotka hänen arjessaan ovat tärkeitä. Fyysinen toimintakyky ilmenee esimerkiksi kykyä liikkua ja liikuttaa itseään (Terveystieteiden tutkimuskeskus 2016). Hyvä fyysinen toimintakyky pienentää selvästi muun muassa ikäihmisen kaatumisriskiä (Sievänen ym. 2014).

4.1 Rasvaton massa ja elinikä

Lihasten surkastuminen ja lihasvoiman väheneminen ovat suurimpia toimintakyvyttömyyteen ja laitoshoitoon johtavia syitä (Fielding ym. 2011). Ikääntymiseen liittyvän normaalia voimakkaamman lihaskadon eli sarkopenian on esitetty olevan merkittävä lihasvoimaa heikentävä tekijä ikääntyessä (Shaw ym. 2017). Sarkopenian on havaittu olevan yhteydessä terveyden ja hyvinvoinnin kannalta epäedullisiin seurauksiin, kuten toimintakyvyn heikkenemiseen, kaatumisiin ja kuolleisuuteen (Beaudart ym. 2017).

Rasvakudoksella ja lihasmassalla on päin vastaiset vaikutukset glukoosiaineenvaihduntaan (Snijder ym. 2003) ja terveystieteisiin (Seidell ym. 2001). Kuolleisuuden on todettu olevan korkeampaa matalimmissa rasvattoman massan indeksin (rasvaton massa jaettuna pituuden neliöllä, FFMI) ja lihasmassaindeksin (lihasmassa jaettuna pituuden neliöllä) ryhmissä verrattuna korkeimman FFMI:n ja lihasmassaindeksin omaaviin ryhmiin (Graf ym. 2015; Srikanthan & Karlamangla 2014).

Tutkimuksissa on todettu paremman lihasvoiman olevan yhteydessä alhaisempaan kuolleisuusriskiin ikääntyneillä henkilöillä (Metter ym. 2002; Newman ym. 2006). Rantasen ym. (2012) tutkimuksessa havaittiin, että keski-ikässä mitattu käden puristusvoima kertoo jäljellä olevasta eliniästä. Tutkimuksessa 100-vuotiaaksi eläneiden henkilöiden piirteitä verrattiin henkilöihin, jotka kuolivat alle 80-vuotiaina. Tutkimus osoittaa, että 100-vuotiaaksi eläneet kuuluivat keski-ikässä 2.5 kertaa todennäköisemmin käden puristusvoimaltaan parhaimpaan kolmannekseen kuin alle 80-vuotiaina kuolleet henkilöt (Rantanen ym. 2012).

Lihasmassan ja -voiman vähenemisen lisäksi toinen merkittävä ikääntymiseen liittyvä muutos rasvattomassa massassa on luuston heikkeneminen. Luuston heikkenemisen riskitekijöitä ovat

muun muassa naissukupuoli, laihuus ja painonlasku (Hannan ym. 2000). Myöhemmän iän osteoporoosi lisää lonkka- ja nilkkamurtumia sekä naisilla että miehillä (Suominen 2013b). Lonkkamurtumat puolestaan lisäävät merkittävästi toiminnanvajauksia ja saattavat pahimmassa tapauksessa johtaa jopa kuolemaan (Johnell & Kanis 2004).

4.2 Rasvamassa, sairastuvuus ja kuolleisuus

Korkea rasvakudoksen määrä ja lihavuus on yhdistetty tutkimuksissa muun muassa epänormaaliiin glukoosiaineenvaihduntaan (Kohrt ym. 1993), tyypin 2 diabetekseen, useisiin syöpiin, tuki- ja liikuntaelinsairauksiin (Männistö ym. 2012), toimintakyvyn alenemiseen ja toiminnanvajauksiin (Alley & Chang 2007) sekä sydän- ja verisuonitautien esiintyvyyteen (Bogers ym. 2007; Dey & Lissner 2003). Useissa kohorttitutkimuksissa sen on todettu olevan voimakkaasti yhteydessä myös lisääntyneeseen kuolleisuuteen (Flegal ym. 2008; Ogden ym. 2006).

Terveyden kannalta rasvamassan määrän ja rasvaprosentin lisäksi myös rasvan jakautumisella on merkitystä (Bouchard ym. 1990). Keskivartaloon kertynyt liiallinen rasva ja viskeraalirasva altistavat erilaisille lihavuuteen liittyville sairauksille (Amato ym. 2010). Viskeraalirasvan on havaittu olevan yhteydessä muun muassa metaboliseen oireyhtymään sekä normaalipainoisilla että ylipainoisilla ja lihavilla ikääntyneillä (Goodpaster ym. 2005).

4.3 BMI ja painonvaihtelut ikääntyessä

Tutkimukset osoittavat toistuvasti, että lihavuus iäkkäänä lisää toiminnanrajoitteita, toiminnanvajauksia ja kuolleisuutta (Visser & Harris 2012). BMI on perinteinen lihavuuden arvioinnissa käytettävä työkalu (Suominen & Era 2013). Ikääntyessä rasvamassan ja lihasmassan suhteet muuttuvat, ja sen vuoksi BMI:n käytettävyys terveyden mittarina heikkenee. Tutkimukset osoittavatkin, että BMI:tä tärkeämpi terveyttä ja kuolemanriskiä ennustava tekijä on kehonkoostumus, jolla on todettu olevan yhteys muun muassa sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen (Heitmann ym. 2000; Lahmann ym. 2002). Kehon rakenteen ja koostumuksen mittausten avulla voidaan tehdä arvioita esimerkiksi ikääntyneiden ravitsemuksen tilasta sekä fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisuuden vaikutuksista (Kuczmarski ym. 2000). Huolimatta BMI:n kyseenalaisesta käytettävyydestä ikääntyneillä, sitä on kuitenkin käytetty mittarina useimmissa tutkimuksissa.

Korkealla BMI:llä on todettu olevan vahva yhteys toiminnallisen suorituskyvyn laskuun ja uusien toiminnanvajauksien syntyyn (Vincent ym. 2010). Pidempi altistus ylipainolle tai lihavuudelle näyttää lisäävän toimintakyvyn heikkenemistä ikääntymisen aikana entisestään, eli riski toimintakyvyn heikkenemiselle on pienempi niillä, jotka ovat aikaisemmin olleet normaalipainoisia (Stenholm ym. 2007). Yli 5 %:n painonnousu ikääntyessä 50. ikävuodesta eteenpäin on kuitenkin yhteydessä lisääntyneeseen päivittäisten toimintojen rajoittumisen ja toiminnanvajauksen riskiin (Busetto ym. 2009). Vaikka painonvaihtelu ja painonlasku on yleisesti yhdistetty toimintakyvyn heikkenemiseen ikääntyessä (Vincent ym. 2010), on myös havaittu, että painonlasku ruokavalion kalorien rajoittamisen seurauksena parantaa fyysistä suorituskykyä ja vähentää itseraportoituja toiminnanrajoitteita ylipainoisilla ikääntyneillä (Villareal ym. 2011).

Useiden tutkimusten mukaan BMI:n yhteys kuolleisuuteen on U-muotoinen, eli sekä alhainen että korkea BMI lisäävät kuolemanriskiä (mm. Cooper 2008; Flicker ym. 2010; Kulminski ym. 2008). Myös BMI:n muutokset korkeassa iässä, eli sekä sen pieneneminen että suureneminen, ovat yhteydessä suurempaan kuolleisuuteen (Dahl ym. 2013). Grafin ym. (2015) tutkimus osoittaa, että ylipainolla ($BMI \geq 25$) ei ole yhteyttä kuolleisuuteen naisilla, mutta miehillä se alentaa kuolleisuusriskiä. Joidenkin tutkimusten mukaan ylipainoisilla ikääntyneillä näyttäisi olevan sukupuolesta riippumatta kuitenkin pienempi kuolleisuusriski verrattuna normaalipainoisiin (Dahl ym. 2013; Dey ym 2001; Heiat ym. 2001). Alhaisin kuolleisuusriski iäkkäänä näyttäisi olevan niillä, joilla on hieman korkea BMI (miehillä 27-29 kg/m² ja naisilla 25-27 kg/m²) sekä niillä, joiden paino pysyy ikääntymisen seurauksena melko samana (Dey ym. 2001).

4.4 Kehonkoostumuksen ylläpitäminen ja muokkaaminen ikääntyessä

Vaikka ikääntyminen aiheuttaa väistämättä muutoksia kehonkoostumuksessa, voidaan kehonkoostumusta muokata myös ikääntyessä esimerkiksi liikunnan ja ravitsemuksen avulla. Suomalaisessa liikunnan Käypä Hoito -suosituksessa (2016) suositellaan kaikille aikuisille kohtuukuormitteista kestävyysliikuntaa ainakin 150 minuuttia viikossa ja lisäksi lihasvoimaa tai -kestävyyttä ylläpitävää tai lisäävää liikuntaa 2 päivänä viikossa. Yli 65-vuotiaille suositellaan edellä mainittujen lisäksi liikkuvuutta ja tasapainoa ylläpitävää ja kehittävää liikuntaa (Liikunta: Käypä hoito -suositus 2016).

Säännöllisellä lihasvoimaharjoittelulla kehonkoostumusta voidaan muuttaa edullisemmaksi lisäämällä lihasmassaa ja vähentämällä rasvakudosta (Hunter ym. 2002; Treserras & Balady 2009). Lihasvoimaharjoittelu on turvallinen liikunnan muoto myös iäkkäille, kunhan kiinnittää huomiota liikkeiden hallittuun ja rauhalliseen suorittamiseen oikealla tekniikalla (Binder ym. 2005). Säännöllisellä vastusharjoittelulla voidaan lisätä lihasvoimaa, tyypin II nopeiden lihassolujen hypertrofiaa ja lihasten poikkipinta-alaa sekä ikääntyneillä naisilla että miehillä (Nilwik ym. 2013).

Ravitsemustila ja ravinnonsaanti ovat kiinteästi yhteydessä terveydentilaan ja toimintakykyyn (Suominen ym. 2012). Ravitsemustilan heikkeneminen sekä liian vähäinen proteiinin ja ravintoaineiden saanti ovat suurimpia ravitsemukseen liittyviä riskejä kaikkein ikääntyneimmillä sekä sairauksien ja heikentyneen toimintakyvyn yhteydessä (Suominen ym. 2012). Heikentynyt ravitsemustila kiihdyttää lihaskatoa ja haurastumista, heikentää lihasvoimaa ja altistaa muun muassa hauraus-raihnaus-oireyhtymälle (Strandberg ym. 2006, Morley ym. 2010). Painonvaihdelun ehkäisy, lihaskunnon ylläpito ja yksilöllisesti suunniteltu ravitsemushoito ovat ikääntyneen ihmisen hyvän ravitsemuksen tavoitteita, joilla pyritään turvaamaan toimintakyvyn säilyminen (Suominen ym. 2009).

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kehonkoostumuksen yhteyttä pitkäikäisyyteen. Yhteyttä tutkitaan tarkastelemalla 75-vuotiaana mitatun kehonkoostumuksen vaikutuksia toteutuneeseen elinikään.

Tutkimuskysymys

1. Eroaako 75-vuotiaana mitattu kehonkoostumus alle 85-vuotiaana kuolleiden, 85-89-vuotiaana kuolleiden ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneiden välillä?

6 AINEISTO JA MENETELMÄT

6.1 Aineisto

Tämä tutkimus on osa laajaa Ikivihreät-tutkimushanketta, jonka tutkimusaineistot koottiin vuosien 1988 ja 2004 välillä. Ikivihreät-tutkimuksen tavoitteena on kuvata iäkkään väestön terveyttä, toimintakykyä, elinoloja, elintapoja, palvelujen tarvetta ja käyttöä sekä elinajan ennusteita ja niissä tapahtuvia ikääntymisen mukanaan tuomia muutoksia sekä eroja eri ajankohtina syntyneiden kohorttien välillä (Heikkinen ym. 2013).

Tässä tutkimuksessa on käytetty 75-vuotiaiden kohorttiaineistoa, joka on osa laajempaa Ikivihreät-tutkimuksen aineistoa. Aineisto koostuu vuonna 1989 kotonaan asuneista 75-vuotiaista jyväsyläläisistä (N=388). Kohdejoukosta vuonna 1989 haastatteluun osallistui 355 henkilöä (119 miestä, 236 naista) ja laboratoriotarkastuksiin ja -mittauksiin keskimäärin noin 20 % vähemmän (Heikkinen ym. 2013).

Ikivihreät-tutkimuksessa kehonkoostumusta on mitattu laboratoriomittauksissa biosähköisellä impedanssilla. Biosähköisellä impedanssilla on mitattu tutkittavien rasvattoman massan määrä ja rasvaprosentti. Lisäksi tutkittavilta on mitattu vyötärön ja lantion ympärykset sekä pituus, paino ja BMI. Tutkimusaineistosta määritettiin lisäksi vyötärön ja lantion ympärysten perusteella tutkittavien vyötärö-lantio-suhteet.

6.2 Tutkimusaineiston analyysi

Tutkimusaineiston analyysit suoritettiin IBM SPSS Statistics 24 -ohjelmistolla. Tilastollisten analyysien merkitsevyytasoksi määritettiin kaikissa testeissä $p < 0.05$.

Tutkittavien toteutunut elinikä määritettiin tutkittavien kuolinajan perusteella. Ikivihreät-projektin seuranta-ajan loppuessa vuonna 2015 tutkittavista oli elossa vielä 2 henkilöä. Heidän kuolinpäiväkseen määritettiin seurannan loppumisajankohta 10.12.2015. Tutkimuskysymyksen pohjalta aineisto luokiteltiin toteutuneen eliniän mukaan kolmeen ryhmään: 1) alle 85-vuotiaana kuolleet, 2) 85-89-vuotiaana kuolleet ja 3) vähintään 90-vuotiaaksi eläneet.

Tutkittavien taustatietoja tarkasteltiin khiin neliö -testillä (χ^2 -testi). Eliniän mukaan luokiteltujen ryhmien välisiä eroja kehonkoostumukseen liittyvien muuttujien keskiarvoissa tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Miehet ja naiset analysoitiin tässä tutkimuksessa erikseen, koska miesten ja naisten kehonkoostumus eroaa lähtökohtaisesti toisistaan merkittävästi biologisista syistä.

Miesten ja naisten tietoja käsiteltiin erikseen myös logistisessa regressioanalyysissä. Analyysissä vähintään 90-vuotiaaksi eläneitä verrattiin alle 85-vuotiaana kuolleisiin ja lisäksi 85-89-vuotiaana kuolleita alle 85-vuotiaana kuolleisiin. Logistiseen regressioanalyysiin valittiin yksisuuntaisen varianssianalyysin perusteella neljä kehonkoostumusmuuttujaa, jotka olivat BMI, vyötärön ympäryys, rasvaprosentti ja rasvaton massa. Logistista regressioanalyysiä varten muuttajat luokiteltiin kolmiluokkaisiksi. BMI luokiteltiin kolmiluokkaiseksi WHO:n painoindeksimääritelmän mukaan, jolloin sekä miehille että naisille katkaisupisteiksi määritettiin 25 kg/m² (ylipainon alaraja) ja 30 kg/m² (lihavuuden alaraja). Vyötärön ympäryksen luokittelussa käytettiin Käypä hoito -suositusten määritelmää, jonka mukaan naisten katkaisupisteiksi määritettiin 80 cm (tavoitearvon yläraja) ja 88 cm (huomattava terveyshaitta) sekä miesten katkaisupisteiksi 94 cm (tavoitearvon yläraja) ja 102 cm (huomattava terveyshaitta). Rasvaprosentista ja rasvattomasta massasta määritettiin kolme tertiiliä. Miesten ja naisten tertiilien katkaisupisteet erosivat toisistaan huomattavasti ja siksi miehille ja naisille määritettiin näissä muuttujissa omat tertiilinsä. Tertiilien katkaisupisteet olivat rasvaprosentin osalta naisilla 30 % ja 36 % sekä miehillä 18 % ja 25 %. Rasvattoman massan osalta katkaisupisteet olivat naisilla 43 kg ja 46 kg sekä miehillä 54 kg ja 60 kg.

7 TULOKSET

7.1 Tutkittavien taustatiedot

Aineiston keruun alussa tutkittavista 34 % oli miehiä (n=119) ja 66 % naisia (n=236). Tutkittavien toteutunut elinikä vaihteli 76,1 vuodesta 101,7 vuoteen. Kaikkien tutkittavien toteutuneen eliniän keskiarvo oli 85,8 vuotta. Naisten keskimääräinen elinikä oli 86,3 vuotta ja miesten 84,8 vuotta.

Tutkittavista 26 % (n=92) saavutti vähintään 90 vuoden eliniän, 27 % (n=96) 85-89 vuoden eliniän ja alle 85-vuotiaana kuoli 47 % tutkittavista (n=167). Naisista 31 % (n=73) ja miehistä 16 % (n=19) saavutti vähintään 90 vuoden eliniän. 85-89 vuoden eliniän saavutti naisista 26 % (n=61) ja miehistä 29 % (n=35). Alle 85-vuotiaana naisista kuoli 43 % (n=102) ja miehistä puolestaan 55 % (n=65). Vähintään 90-vuotiaaksi eläneistä naisia oli 79 % ja miehiä 21 %. 85-89-vuotiaaksi eläneistä naisia oli 64 % ja miehiä 36 %. Alle 85-vuotiaana kuolleista naisia oli 61 % ja miehiä 39 %.

Taulukossa 1 on vertailtu tutkittavien taustatietoja siviilisäädyn ja terveydentilan osalta. Toteutuneen eliniän mukaan luokiteltujen ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja siviilisäädystä. Taulukosta kuitenkin nähdään, että yli 90-vuotiaaksi eläneet naiset ovat useammin leskiä (66 %) kuin miehet (5 %). Kaikissa ryhmissä miesten yleisin siviilisäätty on naimisissa, ja naisten puolestaan leski.

75-vuotiaana terveydentilansa epätavallisen hyväksi tai hyväksi koki alle 85-vuotiaana kuolleista naisista 39 %, 85-89-vuotiaana kuolleista naisista 53 % ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneistä naisista 63 %. Miehillä vastaavat luvut olivat alle 85-vuotiaana kuolleilla 48 %, 85-89-vuotiaana kuolleilla 51 % ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneillä 84 %. Vähintään 90-vuotiaaksi eläneet kokivat siis terveytensä 75-vuotiaana useammin epätavallisen hyväksi tai hyväksi verrattuna 85-89-vuotiaana ja alle 85-vuotiaana kuolleisiin. Myös 85-89-vuotiaana kuolleet kokivat terveydentilansa useammin epätavallisen hyväksi tai hyväksi verrattuna alle 85-vuotiaana kuolleisiin. Erot terveydentilassa ryhmien välillä olivat tilastollisesti merkitseviä kummallakin sukupuolella (naisilla $p=0.009$ ja miehillä $p=0.020$).

7.2 Kehonkoostumuksen vaikutukset toteutuneeseen elinikään

Yksisuuntaisella varianssianalyysillä tarkasteltiin, eroaako 75-vuotiaana mitattu kehonkoostumus toteutuneen eliniän mukaan luokiteltujen ryhmien välillä. Analyysin perusteella alle 85-vuotiaana kuolleiden, 85-89-vuotiaana kuolleiden ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneiden pituus, paino, painoindeksi, rasvaprosentti, rasvattoman massan määrä, vyötärön ja lantion ympärysyys sekä vyötärö-lantio-suhde eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi naisilla eikä miehillä (kaikissa $p > 0.05$) (taulukko 1).

Logistisessa regressioanalyysissä BMI, vyötärön ympärysyys, rasvaton massa ja rasvaprosentti eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan vähintään 90-vuotiaaksi eläneiden ja alle 85-vuotiaana kuolleiden välillä eivätkä myöskään 85-89-vuotiaana kuolleiden ja alle 85-vuotiaana kuolleiden välillä kummallakaan sukupuolella. Rasvattomalla kehon massalla havaittiin olevan mahdollinen yhteys pitkäikäisyyteen, mutta tämäkään yhteys ei aivan saavuttanut tilastotieteellistä merkitsevyyttä. Miehillä rasvattoman massan keskimmaisessa kolmanneksessa (rasvaton massa 45-49,99 kg) oli noin nelinkertainen todennäköisyys elää vähintään 90-vuotiaaksi kuin kuolla alle 85-vuotiaana ($p=0.054$). Kun malli vakioitiin pituudella, rasvattoman massan keskimmaisessa kolmanneksessa todennäköisyys elää vähintään 90-vuotiaaksi kuin kuolla alle 85-vuotiaana säilyi noin nelinkertaisena ($p=0.058$) (taulukko 2). Naisilla rasvattoman massan korkeimmassa kolmanneksessa (rasvaton massa ≥ 46 kg) oli noin kaksinkertainen todennäköisyys elää vähintään 90-vuotiaaksi kuin kuolla alle 85-vuotiaana ($p=0.068$). Kun malli vakioitiin pituudella, todennäköisyys pieneni tässä ryhmässä hieman alle kaksinkertaiseksi ($p=0.254$) (taulukko 3).

TAULUKKO 1. Tutkittavien kehonkoostumustiedot ja taustatiedot 75-vuotiaana (n=355).

	TOTEUTUNUT ELINIKÄ															
	Naiset								Miehet							
	<85v. (n=102)		85-89v. (n=61)		≥90v. (n=73)		F	p-arvo ¹	<85v. (n=65)		85-89v. (n=35)		≥90v. (n=19)		F	p-arvo ¹
KA	KV	KA	KV	KA	KV	KA			KV	KA	KV	KA	KV	KA		
Pituus (cm)	155.0	0.705	155.6	0.829	156.7	0.568	1.556	0.214	169.9	0.820	169.5	1.274	168.4	1.204	0.381	0.684
Paino (kg)	66.6	1.551	66.7	1.496	69.2	1.257	1.077	0.343	73.8	1.359	75.3	2.452	73.0	1.694	0.325	0.723
BMI (kg/m ²)	27.7	0.642	27.5	0.589	28.2	0.496	0.333	0.717	25.6	0.505	26.2	0.755	25.7	0.553	0.226	0.798
Rasva-%	32.1	0.888	32.8	1.012	33.6	0.735	0.814	0.445	21.9	0.781	22.7	1.125	20.9	1.372	0.545	0.582
Rasvaton massa (kg)	44.5	0.544	44.5	0.582	45.5	0.488	1.148	0.320	57.4	0.820	57.9	1.368	57.3	1.049	0.066	0.937
Vyötärön ympäryys (cm)	85.5	1.365	85.6	1.362	85.3	1.178	0.013	0.987	93.3	1.250	94.8	2.177	90.1	1.970	1.295	0.278
Lantion ympäryys (cm)	100.3	1.354	100.4	1.038	101.8	1.013	0.539	0.584	97.1	0.854	97.2	1.500	95.4	0.940	0.512	0.601
Vyötärö-lantio-suhde	0.85	0.007	0.85	0.008	0.84	0.007	1.427	0.243	0.96	0.008	0.97	0.015	0.94	0.016	1.176	0.313
	%		%		%			p-arvo ²	%		%		%			p-arvo ²
Siviilisääty								0.103								0.643
Naimaton	14		21		11				5		6		0			
Naimisissa	25		20		18				85		74		95			
Leski	48		44		66				9		17		5			
Eronnut	13		15		5				1		3		0			
Terveydentila								0.009								0.020
Epätavallisen hyvä tai hyvä	39		53		63				48		51		84			
Huono tai erittäin huono	61		47		37				52		49		16			

KA=keskiarvo, KV=keskivirhe, BMI=painoindeksi, ¹ yksisuuntainen varianssianalyysi, ² x²-testi

TAULUKKO 2. Miesten pitkäikäisyyttä selittävät kehonkoostumusmuuttujat logistisessa regressioanalyysissä. Ristitulosuhteet (OR) ja 95 % luottamusväli (LV) (n=119).

≥90v. vs. <85v. (n=84)	OR	Malli 1	95% LV	OR	Malli 2¹	95% LV
BMI						
< 25	1.00					
25-29,99	1.11		0.37-3.28			
≥ 30	0.48		0.05-4.61			
Vyötärön ympärysmitta						
< 94	1.00					
94-101,99	0.81		0.25-2.60			
≥ 102	0.18		0.02-1.55			
Rasvaton massa kg²						
< 54	1.00			1.00		
54-59,99	4.13		0.97-17.47	4.04		0.95-17.18
≥ 60	1.43		0.30-6.82	1.57		0.32-7.81
				0.98		0.89-1.07
Rasva%³						
< 18	1.00			1.00		
18-24,99	0.61		0.17-2.18	0.67		0.18-2.45
≥ 25	0.77		0.20-2.93	0.76		0.20-2.94
				0.96		0.88-1.06
85-89v. vs. <85v. (n=100)	OR	Malli 1	95% LV	OR	Malli 2	95% LV
BMI						
< 25	1.00					
25-29,99	1.33		0.50-3.53			
≥ 30	1.92		0.47-7.77			
Vyötärön ympärysmitta						
< 94	1.00					
94-101,99	1.48		0.51-4.26			
≥ 102	1.77		0.58-5.41			
Rasvaton massa kg						
< 54	1.00			1.00		
54-59,99	1.13		0.36-3.53	1.15		0.36-3.63
≥ 60	1.14		0.39-3.33	1.24		0.39-3.91
				0.99		0.91-1.06
Rasva%						
< 18	1.00			1.00		
18-24,99	0.59		0.18-1.88	0.59		0.18-1.90
≥ 25	1.24		0.40-3.88	1.24		0.40-3.88
				1.00		0.93-1.07

¹ Malli 2 vakioitu pituudella, ² ³ Rasvaton massa (kg) ja rasva% jaettu tertiileihin

TAULUKKO 3. Naisten pitkäikäisyyttä selittävät kehonkoostumusmuuttujat logistisessa regressioanalyysissä. Ristitulosuhteet (OR) ja 95 % luottamusväli (LV) (n=236).

≥90v. vs. <85v. (n=175)	Malli 1		Malli 2¹	
	OR	95% LV	OR	95% LV
BMI				
< 25	1.00			
25-29,99	1.31	0.59-2.88		
≥ 30	1.14	0.47-2.73		
Vyötärön ympärysmitta				
< 80	1.00			
80-87,99	0.55	0.24-1.28		
≥ 88	0.91	0.41-2.03		
Rasvaton massa kg²				
< 43	1.00		1.00	
43-45,99	1.90	0.77-4.68	1.59	0.61-4.18
≥ 46	2.12	0.95-4.76	1.70	0.68-4.24
			1.04	0.97-1.12
Rasva%³				
< 30	1.00		1.00	
30-35,99	1.25	0.55-2.87	1.35	0.58-3.13
≥ 36	1.47	0.63-3.42	1.49	0.63-3.51
			1.06	0.99-1,13

85-89v. vs. <85v. (n=163)	Malli 1		Malli 2	
	OR	95% LV	OR	95% LV
BMI				
< 25	1.00			
25-29,99	1.27	0.55-2.96		
≥ 30	1.04	0.40-2.69		
Vyötärön ympärysmitta				
< 80	1.00			
80-87,99	0.88	0.36-2.17		
≥ 88	1.06	0.44-2.60		
Rasvaton massa kg				
< 43	1.00		1.00	
43-45,99	1.80	0.73-4.47	1.69	0.66-4.34
≥ 46	1.16	0.49-2.75	1.01	0.37-2.80
			1.02	0.95-1.09
Rasva%				
< 30	1.00		1.00	
30-35,99	0.69	0.28-1.74	0.71	0.28-1.78
≥ 36	1.38	0.58-3.27	1.40	0.59-3.32
			1.02	0.96-1.08

¹ Malli 2 vakioitu pituudella, ² ³ Rasvaton massa (kg) ja rasva% jaettu tertiileihin

8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan kehon paino, BMI, rasvaprosentti, rasvaton massa, vyötärön ja lantion ympäryys sekä vyötärölantiosuhde eivät eronneet alle 85-vuotiaana kuolleiden, 85-89-vuotiaana kuolleiden ja vähintään 90-vuotiaaksi eläneiden välillä kummallakaan sukupuolella tilastollisesti merkitsevästi.

Kehonkoostumuksen yhteyttä sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen on aikaisemmin tutkittu paljon (Heitmann ym. 2000; Lahmann ym. 2002). Tutkimuksissa on todettu, että rasvattoman massan väheneminen ja suuri rasvamassan määrä ovat yhteydessä toiminnanvajauksien syntyyn ja korkeampaan kuolleisuuteen. Lihasten surkastumisen on todettu olevan suurimpia toimintakyvyttömyyteen ja laitoshoitoon johtavia syitä ikääntyessä (Fielding ym. 2011) ja sarkopenian on havaittu olevan yhteydessä esimerkiksi toimintakyvyn heikkenemiseen, kaatumisiin ja kuolleisuuteen (Beudart ym. 2017). Korkea rasvakudoksen määrä ja lihavuus on puolestaan yhdistetty tutkimuksissa muun muassa toimintakyvyn alenemiseen ja toiminnanvajauksiin (Alley & Chang 2007), moniin erilaisiin sairauksiin (Bogers ym. 2007; Dey & Lissner 2003; Männistö ym. 2012) sekä lisääntyneeseen kuolleisuuteen (Flegal ym. 2008; Ogden ym. 2006).

Tämän tutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että kehonkoostumuksella ei välttämättä ole niin suurta merkitystä enää ikääntyneenä verrattuna nuorempiin ikäluokkiin. Tätä huomiota tulee muun muassa se, että ikääntyessä lievä ylipaino saattaa olla terveyden kannalta jopa hyödyllistä (mm. Dahl ym. 2013), kun taas esimerkiksi lapsuuden ja nuoruuden aikainen ylipaino ja lihavuus lisäävät merkittävästi ennenaikaisen kuolleisuuden ja sairastuvuuden riskiä aikuisuudessa (Reilly & Kelly 2011). Ikääntyessä laihtuminen, virheravitsemustilan kehittyminen ja lihasmassan menetys ovat todennäköisesti huomattavasti haitallisempia tekijöitä terveyden kannalta kuin ylipaino (Bales & Ritchie 2002; Graf ym. 2015; Graf ym. 2016).

Aikaisemman tutkimustiedon perusteella voitaisiin päätellä, että jos kehonkoostumus aiheuttaa merkittäviä terveydellisiä ongelmia, niin toteutunut elinikä saattaa jäädä lyhyemmäksi kuin väestössä keskimäärin. Saattaa siis olla, että iän myötä kehonkoostumuksen merkitys eliniän ja kuolleisuuden ennustajana vähenee esimerkiksi valikoivan kuolleisuuden seurauksena (Heiss 2011). Valikoivalla kuolleisuudella tarkoitetaan sitä, että väestöstä on jo mahdollisesti nuoremmalla iällä kuollut ne henkilöt, joille kehonkoostumus on aiheuttanut merkittäviä terveydellisiä

ongelmia. Rungas rasvamassan määrä aikuisiässä saattaa esimerkiksi aiheuttaa jonkin sairauden, joka aiheuttaa henkilölle ennenaikaisen kuoleman. Näin ollen voi olla mahdollista, että tässäkin tutkimuksessa henkilöt, joille kehonkoostumus on aiheuttanut jonkinlaisia merkittäviä terveydellisiä ongelmia, ovat saattaneet kuolla ennen 75 vuoden ikää ja sen vuoksi he eivät ole valikoituneet tämän tutkimuksen otokseen.

Tutkittavien samankaltaisuuden kehonkoostumuksen osalta on voinut vaikuttaa myös se, ettei ylipaino ja lihavuus ole olleet 1980-luvulla niin suuri kansanterveydellinen ongelma kuin nykyään. Lancetin tekemän tutkimuksen mukaan lihavuus on lisääntynyt Länsi-Euroopassa 46 %:sta 54 %:iin vuodesta 1980 vuoteen 2013 mennessä. Suomalaisista aikuisista vuonna 1980 ylipainoisia tai lihavia oli 49 % ja vuonna 2013 56 % (Ng ym. 2014). Tutkimukseen osallistuneiden ollessa työikäisiä myös työelämä on ollut merkittävästi erilaista kuin nykyään, ja monet työt ovat olleet nykyistä fyysisempiä. Työn fyysisyys on saattanut saada aikaan sen, että tutkittavien kehonkoostumus on saattanut olla nuoruudessa, aikuisiässä tai läpi koko elämän terveyden kannalta edullisempi tarkoittaen suurempaa lihasmassaa ja vähäisempää rasvamassaa sekä niiden optimaalisempaa suhdetta elimistössä.

Tässä tutkimuksessa havaittiin kehon rasvattoman massan ja pitkäikäisyyden välillä olevan mahdollinen yhteys, vaikkei se saavuttanutkaan aivan tilastollista merkitsevyyttä. Lihasmassa muodostaa suurimman osan kehon rasvattomasta massasta (Houtkooper ym. 2001), minkä vuoksi voitaisiin päätellä juuri lihasmassan olevan pitkäikäisyyden kannalta oleellinen kehon komponentti. Tätä havaintoa tukee se, että esimerkiksi Srikanthanin ja Karlamanglan (2014) tutkimuksessa havaittiin lihasmassan olevan itsenäinen eloonjäämistä ennustava tekijä ikääntyvillä henkilöillä (Srikanthan & Karlamangla 2014).

Tutkimuksen tuloksista nähdään, että logistisen regressioanalyysin tuloksista puuttuu systemaattisuus (taulukot 2 ja 3). Tuloksista nähdään esimerkiksi, että verrattaessa vähintään 90-vuotiaaksi eläneitä miehiä alle 85-vuotiaana kuolleisiin miehiin, suurempi vyötärön ympäryspienentää todennäköisyyttä elää vähintään 90-vuotiaaksi kuin kuolla alle 85-vuotiaana. Verrattaessa 85-89-vuotiaana kuolleita miehiä alle 85-vuotiaana kuolleisiin miehiin yhteys on kuitenkin päinvastainen, eli mitä suurempi vyötärön ympäryspienentää, sitä todennäköisempää on elää pidempään. Vastaavia ristiriitaisuuksia löytyi myös muiden kehonkoostumusmuuttujien kohdalla.

Kehonkoostumusta tutkittaessa kehon rasvaton massa ja rasvamassa korreloivat usein keskenään, eli mitä enemmän henkilöllä on rasvamassaa, niin sitä enemmän on yleensä myös rasvaton massa. Kehonkoostumusmuuttajat eivät ole siis täysin toisistaan riippumattomia, mikä vaikeuttaa yhteyksien tutkimista ja saattaa johtaa yhteyksien aliarviointiin.

Tässä tutkimuksessa käytetty Ikivihreät-tutkimuksen kohorttiaineisto koostuu vuonna 1989 kotonaan asuneista 75-vuotiaista jyvaskyläläisistä naisista ja miehistä. Koska osallistujat ovat asuneet kotona, voidaan olettaa, että he ovat olleet suhteellisen terveitä ja toimintakykyisiä aineiston keräämisen aikana. Koetussa terveydentilassa havaittiin kuitenkin merkittäviä eroja. Vähintään 90-vuotiaaksi eläneet kokivat tässä tutkimuksessa terveytensä 75-vuotiaana useammin epätavallisen hyväksi tai hyväksi verrattuna 85-89-vuotiaana ja alle 85-vuotiaana kuolleisiin. Myös 85-89-vuotiaana kuolleet kokivat terveydentilansa useammin epätavallisen hyväksi tai hyväksi verrattuna alle 85-vuotiaana kuolleisiin. Näin ollen 75-vuotiaana mitattu koettu terveys saattaa ennustaa paremmin jäljellä olevaa elinikää kuin kehonkoostumus. Kehonkoostumusta tärkeämpiä tekijöitä saattavat olla muun muassa erilaiset terveyttä ja toimintakykyä heikentävät sairaudet sekä niiden hoito.

Tämän tutkimuksen vahvuutena on käytetyn Ikivihreät-tutkimuksen aineiston suuri koko ja monipuolisuus. Kaikki tutkittavat olivat aineiston keräämisen aikana saman ikäisiä, mikä helpottaa tutkimusaineiston analyysiä. Ikivihreät-tutkimuksessa koottiin laajasti tietoa tutkittavista, heidän taustoistaan, terveydentilastaan ja toimintakyvystään. Tutkimuksessa on käytetty kehonkoostumuksen mittarina biosähköistä impedanssia, joka on nykypäivänäkin yksi käytetyimmistä menetelmistä kehonkoostumuksen mittaamisessa (Lee & Gallagher 2008).

Pitkäikäisyyttä on tutkittu aikaisemmin pääasiassa poikkileikkausasetelmilla (Willcox ym. 2006). Ikivihreät-tutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena ei ole ollut pitkäikäisyyden tutkimus, vaan pitkäikäisyysnäkökulma on ilmennyt vasta, kun ihmisiä on seurattu heidän kuolemaansa saakka. Tutkittavien seuranta eliniän loppuun saakka mahdollistaa pitkäikäisyyteen vaikuttavien tekijöiden tutkimisen uudella tasolla, mikä on yksi tämän tutkimuksen selkeistä vahvuuksista. Pitkien seurantatutkimusten toteuttaminen on työlästä ja kallista, ja siksi pitkäikäisyyden tutkimuksen kannalta on erityisen arvokasta päästä hyödyntämään aineistoja, joissa suuri osa tai kaikki tutkittavat ovat jo kuolleet.

Tämä tutkimus noudattelee eettisyyden puolesta hyvää tieteellistä käytäntöä. Ikivihreät-tutkimuksessa, jonka osa-aineistoa tässä tutkimuksessa on käytetty, kaikkien tutkittavien osallistuminen tutkimukseen on ollut täysin vapaaehtoista. Ikivihreät-tutkimus on saanut eettisen toimikunnan hyväksynnän tutkimuksen toteuttamiseen. Tutkimusdataa ja -tietoja on käsitelty luottamuksellisesti, ja jokaisella tutkimushenkilöstöön kuuluvalla on ollut oikeus dataan. Tutkimuksen tulosten analysointi ja raportointi on tehty huolellisesti, minkä vuoksi tutkimuksen luotettavuus ja toistettavuus ovat hyvällä tasolla.

Yksi tutkimuksen heikkous liittyy biosähköiseen impedanssiin kehonkoostumuksen mittaamenetelmänä. Vaikka BIA onkin edelleen yksi käytetyimmistä kehonkoostumuksen mittaamenetelmistä (Lee & Gallagher 2008), kehonkoostumuksen mittaamenetelmät BIA mukaan lukien ovat vuosien aikana kehittyneet, minkä vuoksi mittausten tulokset eivät välttämättä ole täysin vertailukelpoisia nykypäivänä tehtäviin mittauksiin. Biosähköiseen impedanssiin, kuten muihinkin kehonkoostumuksen mittaamenetelmiin, liittyy myös virhemahdollisuus. Esimerkiksi elimistön nestetasapaino vaikuttaa mittaustuloksiin, ja siksi mittausta edeltävä aika tulisi pyrkiä vakioimaan mahdollisimman tarkasti. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että esimerkiksi syöminen ja liikunnan harrastaminen ennen mittausta saattavat vaikuttaa mittaustuloksiin (Kyle ym. 2004). Mittausvirheen mahdollisuutta on kuitenkin tutkimuksessa minimoitu tutkittavien huolellisella ohjeistuksella.

Toinen varsin selkeä tutkimuksen heikkous on se, että tutkittavat henkilöt olivat tutkimuksen alkaessa jo melko iäkkäitä eli siten valikoituneita. Valikoivan kuolleisuuden vuoksi sellaiset henkilöt, jolle kehonkoostumus on aiheuttanut merkittäviä terveydellisiä ongelmia, ovat saattaneet kuolla ennen 75 vuoden ikää. Sen vuoksi tässä tutkimuksessa saadut tulokset saattavat siis aliarvioida kehonkoostumuksen ja pitkäikäisyyden välisiä todellisia yhteyksiä.

Vaikka tässä tutkimuksessa ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää yhteyttä kehonkoostumuksen ja pitkäikäisyyden välillä, on tulos silti tieteen kannalta tärkeä. Tällaisista tutkimuksista tarvitaan myös raportointia, jotta voidaan vähentää tieteelle tyypillistä julkaisuharhaa. Julkaisuharhalla tarkoitetaan sitä, että tilastollisesti merkitsevistä tuloksista raportoivat artikkelit julkaistaan useammin kuin artikkelit, joiden tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä (Jukola 2006).

Yleisesti ottaen kehonkoostumusta merkittävämpiä tekijöitä ikääntyessä ja jäljellä olevaa elinikää tarkasteltaessa saattavat olla esimerkiksi sairaudet, sairauksien hoito sekä elämänaikaiset

ja sen hetkiset elämäntavat (Burke ym. 2001; Jousilahti ym. 2017). Rasvaton massa osoittautui tämän tutkimuksen perusteella kehonkoostumusmuuttujista tärkeimmäksi pitkäikäisyyttä mahdollisesti ennustavaksi tekijäksi. Ikääntyessä tulisi siksi kiinnittää huomiota muiden terveellisten elämäntapojen ohella etenkin lihasmassan ylläpitämiseen, koska se muodostaa merkittävän osan kehon rasvattomasta massasta. Kuntosaliharjoittelun on todettu olevan tehokkain harjoitusmuoto lihasmassan ja -voiman ylläpidossa ja kasvattamisessa myös ikääntyvillä ja vanhoilla ihmisillä (Savela ym. 2015). Säännöllisellä vastusharjoittelulla voidaan lisätä lihasvoimaa, tyyppin II nopeiden lihassolujen hypertrofiaa sekä lihasten poikkipinta-alaa sekä ikääntyneillä naisilla että miehillä (Nilwik ym. 2013).

Kehonkoostumuksen ja pitkäikäisyyden välisestä yhteydestä tarvitaan tulevaisuudessa lisätutkimusta. Lihavuus ja fyysinen inaktiivisuus ovat nykypäivänä suurempia kansanterveydellisiä ongelmia kuin aikaisemmin (Lee ym. 2012; Ng ym. 2014). Vuoden 1980 jälkeen lihavuuden esiintyvyys on tuplaantunut yli 70 maassa (GBD 2015 Obesity Collaborators 2017) ja myös lapsuuden ja nuoruuden aikainen lihavuus on merkittävästi yleistynyt (Han ym. 2010). Suomessa ylipainoisten ja lihaviiden osuus 12–18-vuotiaiden ikäryhmässä on kolminkertaistunut kolmen viime vuosikymmenen aikana (Kautiainen ym. 2009). Tämän tutkimuksen otos oli kehonkoostumuksen suhteen melko samankaltainen, mutta tulevaisuudessa erot kehonkoostumuksessa sekä lapsilla ja nuorilla että työikäisillä ja ikääntyneillä tulevat todennäköisesti kasvamaan ylipainoisuuden ja lihavuuden edelleen yleistyessä ja fyysisen inaktiivisuuden lisääntyessä. Sen vuoksi kehonkoostumuksen ja sen muutosten yhteyttä pitkäikäisyyteen olisi hyvä tutkia myös tulevaisuudessa, jotta kehonkoostumuksen todelliset vaikutukset terveyteen, toteutuvaan elinikään ja pitkäikäisyyteen saataisiin paremmin selville.

LÄHTEET

- Alley, D. E., & Chang, V. W. 2007. The changing relationship of obesity and disability, 1988-2004. *Jama*, 298(17), 2020-2027.
- Amato, M. C., Giordano, C., Galia, M., Criscimanna, A., Vitabile, S., Midiri, M., & Galluzzo, A. 2010. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes care*, 33(4), 920-922.
- Bales, C. W., & Ritchie, C. S. 2002. Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annual review of nutrition*, 22(1), 309-323.
- Beaudart, C., Zaaria, M., Pasleau, F., Reginster, J. Y., & Bruyère, O. 2017. Health outcomes of sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 12(1), e0169548.
- Binder, E. F., Yarasheski, K. E., Steger-May, K., Sinacore, D. R., Brown, M., Schechtman, K. B., & Holloszy, J. O. 2005. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(11), 1425-1431.
- Bogers, R. P., Bemelmans, W. J., Hoogenveen, R. T., Boshuizen, H. C., Woodward, M., Knekt, P., Dam, R. M., Hu, F. B., Visscher, T. L. S., Menotti, A., Thorpe Jr, R. J., Jamrozik, K., Calling, S., Heine Strand, B. & Shipley, M. J. 2007. Association of overweight with increased risk of coronary heart disease partly independent of blood pressure and cholesterol levels: a meta-analysis of 21 cohort studies including more than 300 000 persons. *Archives of internal medicine*, 167(16), 1720-1728.
- Bouchard, C., Bray, G. A., & Hubbard, V. S. 1990. Basic and clinical aspects of regional fat distribution 1-3. *American-Tournai of Clinical Nutrition*, 946-950.
- Burke, G. L., Arnold, A. M., Bild, D. E., Cushman, M., Fried, L. P., Newman, A., Nunn, C. & Robbins, J. 2001. Factors associated with healthy aging: the cardiovascular health study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(3), 254-262.
- Busetto, L., Romanato, G., Zambon, S., Calò, E., Zanoni, S., Corti, M. C., Baggio, G., Enzi, G., Crepaldi, G. & Manzato, E. 2009. The effects of weight changes after middle age on the rate of disability in an elderly population sample. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(6), 1015-1021.
- Candow, D. G., & Chilibeck, P. D. 2005. Differences in size, strength, and power of upper and lower body muscle groups in young and older men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(2), 148-156.

- Cevenini, E., Cotichini, R., Stazi, M. A., Taccaceli, V., Scurti, M., Mari, V., Berardelli, M., Passarino, G., Jeune, B., Franceschi, C. & GEHA Project Consortium. 2013. How to classify the oldest old according to their health status: A study on 1160 subjects belonging to 552 90+ Italian sib-ships characterized by familial longevity recruited within the GEHA EU Project. *Mechanisms of ageing and development*, 134(11), 560-569.
- Christensen, K., Doblhammer, G., Rau, R., & Vaupel, J. W. 2009. Ageing populations: the challenges ahead. *The lancet*, 374(9696), 1196-1208.
- Cooper, R. S. 2008. Which factors confound or modify the relationship between body weight and mortality? *International Journal of Obesity*, 32, S47-S51.
- Dahl, A. K., Fauth, E. B., Ernsth-Bravell, M., Hassing, L. B., Ram, N., & Gerstoft, D. 2013. Body mass index, change in body mass index, and survival in old and very old persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(4), 512-518.
- Deurenberg, P., Weststrate, J. A., & Seidell, J. C. 1991. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *British journal of nutrition*, 65(2), 105-114.
- Dey, D. K., & Lissner, L. 2003. Obesity in 70-Year-Old Subjects as a Risk Factor for 15-Year Coronary Heart Disease Incidence. *Obesity research*, 11(7), 817-827.
- Dey, D. K., Rothenberg, E., Sundh, V., Bosaeus, I., & Steen, B. 2001. Body mass index, weight change and mortality in the elderly. A 15y longitudinal population study of 70y olds. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(6), 482.
- Ding, J., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Taaffe, D. R., Nicklas, B. J., Visser, M., Sun Lee, J., Nevitt, M., Tyllavsky, F. A., Rubin, S. M., Pahor, M. & Harris, T. B. 2007. Effects of birth cohort and age on body composition in a sample of community-based elderly. *The American journal of clinical nutrition*, 85(2), 405-410.
- Drøyvold, W. B., Nilsen, T. I. L., Krüger, Ø., Holmen, T. L., Krokstad, S., Midthjell, K., & Holmen, J. 2006. Change in height, weight and body mass index: Longitudinal data from the HUNT Study in Norway. *International journal of obesity*, 30(6), 935-939.
- Eknoyan, G. 2006. A history of obesity, or how what was good became ugly and then bad. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 13(4), 421-427.
- Eknoyan, G. 2007. Adolphe Quetelet (1796–1874)—the average man and indices of obesity. *Nephrology Dialysis Transplantation* (2008) 23: 47–51.
- Ellis, K. J. 2000. Human body composition: in vivo methods. *Physiological reviews*, 80(2), 649-680.

- Fielding, R.A., Vellas, B., Evans, W.J., Bhasin, S., Morley, J.E., Newman, A.B., Abellan van Kan, G., Andrieu, S., Bauer, J., Breuille, D., Cederholm, T., Chandler, J., De Meynard, C., Donini, L., Harris, T., Kannt, A., Keime Guibert, F., Onder, G., Papanicolaou, D., Rolland, Y., Rooks, D., Sieber, C., Souhami, E., Verlaan, S. & Zamboni, M. 2011. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249-256.
- Flegal, K. M., Graubard, B. I., Williamson, D. F., & Gail, M. H. 2008. Cause-Specific Excess Deaths Associated With Underweight, Overweight, and Obesity. *Obstetrical & Gynecological Survey*, 63(3), 157-159.
- Flicker, L., McCaul, K. A., Hankey, G. J., Jamrozik, K., Brown, W. J., Byles, J. E., & Almeida, O. P. 2010. Body mass index and survival in men and women aged 70 to 75. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(2), 234-241.
- Fogel, R. W., & Costa, D. L. 1997. A theory of technophysio evolution, with some implications for forecasting population, health care costs, and pension costs. *Demography*, 34(1), 49-66.
- Fogelholm, M. 2004. Antropometriset kehonkoostumusta kuvaavat mittaukset. Teoksessa K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-Paino Oy, Tampere*
- Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. 2004. *Liikkujan ravitsemus – teoriasta käytäntöön. Helsinki: Edita.*
- Forbes, G. B., & Reina, J. C. 1970. Adult lean body mass declines with age: some longitudinal observations. *Metabolism*, 19(9), 653-663.
- GBD 2015 Obesity Collaborators. 2017. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *New England Journal of Medicine*, 377(1), 13-27.
- Goodpaster, B. H., Krishnaswami, S., Harris, T. B., Katsiaras, A., Kritchevsky, S. B., Simonick, E. M., Nevitt, M., Holvoet, P. & Newman, A. B. 2005. Obesity, regional body fat distribution, and the metabolic syndrome in older men and women. *Archives of Internal Medicine*, 165(7), 777-783.
- Goran, M. I. 1998. Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. *Pediatrics*, 101(Supplement 2), 505-518.

- Graf, C. E., Karsegard, V. L., Spoerri, A., Makhlof, A. M., Ho, S., Herrmann, F. R., & Genton, L. 2015. Body composition and all-cause mortality in subjects older than 65 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(4), 760-767.
- Graf, C. E., Herrmann, F. R., Spoerri, A., Makhlof, A. M., Sørensen, T. I., Ho, S., Karsegard, V. L. & Genton, L. 2016. Impact of body composition changes on risk of all-cause mortality in older adults. *Clinical nutrition*, 35(6), 1499-1505.
- Han, J. C., Lawlor, D. A., & Kimm, S. Y. 2010. Childhood obesity. *The Lancet*, 375(9727), 1737-1748.
- Hannan, M. T., Felson, D. T., Dawson-Hughes, B., Tucker, K. L., Cupples, L. A., Wilson, P. W., & Kiel, D. P. 2000. Risk factors for longitudinal bone loss in elderly men and women: the Framingham Osteoporosis Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 15(4), 710-720.
- Heiat, A., Vaccarino, V., & Krumholz, H. M. 2001. An evidence-based assessment of federal guidelines for overweight and obesity as they apply to elderly persons. *Archives of Internal Medicine*, 161(9), 1194-1203.
- Heikkinen, E., Era, P., Heikkinen, R. L., Rantakokko, M., Ruoppila, I., & Suominen, H. 2013. Ikääntymistä ja toimintakykyä koskevien tutkimusten tavoitteet, asetelmat ja toteuttaminen. *Gerontologia* 27 (2013): 4.
- Heiss, F. 2011. Dynamics of self-rated health and selective mortality. *Empirical economics*, 40(1), 119-140.
- Heitmann, B. L., Erikson, H., Ellsinger, B. M., Mikkelsen, K. L., & Larsson, B. 2000. Mortality associated with body fat, fat-free mass and body mass index among 60-yearold Swedish men ea 22-year follow-up. The study of men born in 1913. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24, 33-37.
- Helldán, A., & Helakorpi, S. 2014. Eläkeikäisen väestön terveystyytyminen ja terveys keväällä 2013 ja niiden muutokset 1993–2013. Raportti, 15, 2014.
- Helminen, S., Sarkeala, T., Enroth, L., Hervonen, A., & Jylhä, M. 2012. Vanhoista vanhimpien terveys ja elämäntilanne: tuloksia vuoden 2010 Tervaskannot 90+-tutkimuksesta. *Gerontologia* 26 (2012): 3.
- Herskind, A. M., McGue, M., Holm, N. V., Sørensen, T. I., Harvald, B., & Vaupel, J. W. 1996. The heritability of human longevity: a population-based study of 2872 Danish twin pairs born 1870–1900. *Human Genetics*, 97(3), 319-323.

- Houtkooper, L. B., Mullins, V. A., Going, S. B., Brown, C. H., & Lohman, T. G. 2001. Body composition profiles of elite American heptathletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11(2), 162-173.
- Hsieh, S. D., Yoshinaga, H., & Muto, T. 2003. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *International Journal of Obesity*, 27(5), 610-616.
- Hunter, G. R., Bryan, D. R., Wetzstein, C. J., Zuckerman, P. A., & Bamman, M. M. 2002. Resistance training and intra-abdominal adipose tissue in older men and women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(6), 1023-1028.
- Huttunen, J. 2015. Elinikä ja elinajanodote. *Lääkärikirja Duodecim* 10.11.2015. Viitattu 13.10.2017. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01025
- 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.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. 2002. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889-896.
- Johnell, O., & Kanis, J. A. 2004. An estimate of the worldwide prevalence, mortality and disability associated with hip fracture. *Osteoporosis International*, 15(11), 897-902.
- Jousilahti, P., Vienonen, M., Mackiewicz, K., Koistinen, V., & Vohlonen, I. 2017. Ennenai-
kaisten kuolemien aiheuttamat elinvuosien menetykset pohjoisen ulottuvuuden kump-
panuusmaissa 2003–13.
- Jukola, S. 2016. Tieteen objektiivisuuden ehdoista. *Ajatus*, (73), 289-297.
- Jylhä, M. 2006. Kiehtova pitkäikäisyys, torjuttu vanhuus. *Duodecim*, 122, 1137-1138.
- Jylhä, M., Paavilainen, P., Lehtimäki, T., Goebeler, S., Karhunen, P. J., Hervonen, A., & Hurme, M. 2007. Interleukin-1 receptor antagonist, interleukin-6, and C-reactive protein as predictors of mortality in nonagenarians: the vitality 90+ study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(9), 1016-1021.
- Kalm, L. M., & Semba, R. D. 2005. They starved so that others be better fed: remembering Ancel Keys and the Minnesota experiment. *The Journal of Nutrition*, 135(6), 1347-1352.

- Kautiainen, S., Koivisto, A., Koivusilta, L., Lintonen, T., Virtanen, S. M., & Rimpelä, A. 2009. Sociodemographic factors and a secular trend of adolescent overweight in Finland. *Pediatric Obesity*, 4(4), 360-370.
- Kohrt, W. M., Kirwan, J. P., Staten, M. A., Bourey, R. E., King, D. S., & Holloszy, J. O. 1993. Insulin resistance in aging is related to abdominal obesity. *Diabetes*, 42(2), 273-281.
- Koster, A., Ding, J., Stenholm, S., Caserotti, P., Houston, D. K., Nicklas, B. J., You, T., Sun Lee, J., Visser, M., Newman, A. B., Schwartz, A. V., Cauley, J. A., Tylavsky, F. A., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B. & Harris, T. B. 2011. Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults?. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 66(8), 888-895.
- Kuczmarski, M. F., Kuczmarski, R. J., & Najjar, M. 2000. Descriptive anthropometric reference data for older Americans. *Journal of the American Dietetic Association*, 100(1), 59-66.
- Kuk, J. L., Saunders, T. J., Davidson, L. E., & Ross, R. 2009. Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing research reviews*, 8(4), 339-348.
- Kulminski, A. M., Arbeev, K. G., Kulminskaya, I. V., Ukraintseva, S. V., Land, K., Akushevich, I., & Yashin, A. I. 2008. Body Mass Index and Nine-Year Mortality in Disabled and Nondisabled Older US Individuals. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(1), 105-110.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J.-C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J. & Pichard, C. 2004. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. 2001. Original Communications—Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(8), 663-672.
- Kyle, U. G., Piccoli, A., & Pichard, C. 2003. Body composition measurements: interpretation finally made easy for clinical use. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 6(4), 387-393.
- Lahmann, P. H., Lissner, L., Gullberg, B., & Berglund, G. 2002. A Prospective Study of Adiposity and All-Cause Mortality: The Malmö Diet and Cancer Study. *Obesity Research*, 10(5), 361-369.

- Lee, S. Y., & Gallagher, D. 2008. Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 11(5), 566.
- Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., & Lancet Physical Activity Series Working Group. 2012. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219-229.
- Liikunta: Käypä hoito -suositus. 2016. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 9.1.2018. www.kaypahoito.fi.
- Maes, H. H., Neale, M. C., & Eaves, L. J. 1997. Genetic and environmental factors in relative body weight and human adiposity. *Behavior Genetics*, 27(4), 325-351.
- Martelin, T., Koskinen, S., & Sihvonen, A. P. 2008. Elinaika ja kuolemansyyt. Teoksessa E. Heikkinen & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 36-50.
- Martin, P., Hagberg, B., & Poon, L. W. 2012. Models for studying centenarians and healthy ageing. *Asian Journal of Gerontology and Geriatrics*, 7, 14-18.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2010. *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7. painos. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Metter, E. J., Talbot, L. A., Schrager, M., & Conwit, R. 2002. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(10), B359-B365.
- Mikat, R. P. 2007. Total-body pressure mapping for the assessment of body composition. *Journal of Exercise Physiologyonline*, Volume 10 Number 1 February.
- Mitchell, B. D., Hsueh, W. C., King, T. M., Pollin, T. I., Sorkin, J., Agarwala, R., Schäffer, A. A. & Shuldiner, A. R. 2001. Heritability of life span in the Old Order Amish. *American Journal of Medical Genetics*, 102(4), 346-352.
- Morley, J. E., Argiles, J. M., Evans, W. J., Bhasin, S., Cella, D., Deutz, N. E. P., Doehner, W., Fearon, K. C. H., Ferrucci, L., Hellerstein, M. K., KalantarZadeh, K., Lochs, H., MacDonald, N., Mulligan, K., Muscaritoli, M., Ponikowski, P., Posthauer, M., E., Fanelli, F. R., Schambelan, M., Schols, A. M. W. J., Schuster, M. W., Anker, S. D. & The Societi for Sarcopenia, Cachexia, and Wasting Disease. 2010. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 11(6), 391-396.

- Myrskylä, M. 2010. Elämme toistakymmentä vuotta elinajanodotetta pidempään. *Tieto & trendit*, 1, 2010
- Männistö, S., Laatikainen, T., Vartiainen, E. 2012. Suomalaisten lihavuus ennen ja nyt. *Tutkimuksesta tiiviisti* 4, marraskuu 2012. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki.
- NCD Risk Factor Collaboration. 2016. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *The Lancet*, 387(10026), 1377-1396.
- Neovius, M., Linne, Y., & Rossner, S. 2005. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. *International journal of obesity*, 29(2), 163-169.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Tylavsky, F. A., Rubin, S. M., & Harris, T. B. 2006. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 72-77.
- Newman, A. B., & Murabito, J. M. 2013. The epidemiology of longevity and exceptional survival. *Epidemiologic Reviews*, 35(1), 181-197.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., Mullany, E. C., Biryukov, S., Abbafati, C., Abera, S. F., Abraham, J. P., Abu-Rmeileh, N. M. E., Achoki, T., AlBuhairan, F. S., Alemu, Z. A., Rafael Alfonso, R., Ali, M. K., Ali, R., Guzman, N. A., Ammar, W., Anwar, P., Banerjee, A., Barquera, S., Basu, S., Bennett, D. A., Bhutta, Z., Blore, J., Cabral, N., Nonato, I. C., Chang, J.-C., Chowdhury, R., Courville, K. J., H Criqui, M. H., Cundiff, D. K., Dabhadkar, K. C., Dandona, L., Davis, A., Dayama, A., Dharmaratne, S., D., Ding, E. L., Durrani, A. M., Esteghamati, A., Farzadfar, F., Fay, D. F. J., Feigin, V. L., Flaxman, A., Forouzanfar, M. H., Goto, A., Green, M. A., Gupta, R., Hafezi-Nejad, N., Hankey, G. J., Harewood, H. C., Havmoeller, R., Hay, S., Hernandez, L., Hussein, A., Idrisov, B. T., Ikeda, N., Islami, F., Jahangir, E., Jassal, S. K., Jee, S. H., Jeffreys, M., Jonas, J. B., Kabagambe, E. K., Khalifa, S. E. A. H., Kengne, A. P., Khader, Y. S., Khang, Y.-H., Kim, D., Kimokoti, R. W., Kinge, J. M., Kokubo, Y., Kosen, S., Kwan, G., Lai, T., Leinsalu, M., Li, Y., Liang, X., Liu, S., Logroscino, G., Lotufo, P. A., Lu, Y., Ma, J., Mainoo, N. K., Mensah, G. A., Merriman, T. R., Mokdad, A. H., Moschandreas, J., Naghavi, M., Naheed, A., Nand, D., Venkat Narayan, K. M. V., Nelson, E. L., Neuhouser, M. L., Nisar, M. I., Ohkubo, T., Oti, S. O., Pedroza, A., Prabhakaran, D., Roy, N., Sampson, U., Seo, H.,

- Sepanlou, S. G., Shibuya, K., Shiri, R., Shiue, I., Singh, G. M., Singh, J. A., Skirbekk, V., Stapelberg, N. J. C., Sturua, L., Sykes, B. L., Tobias, M., Tran, B. X., Trasande, L., Toyoshima, H., van de Vijver, S., Vasankari, T. J., Veerman, J. L., Velasquez-Melendez, G., Vlassov, V. V., Vollset, S. E., Vos, T., Wang, C., Wang, S. X.R., Weiderpass, E., Werdecker, A., Wright, J. L., Yang, Y. C., Yatsuya, H., Yoon, J., Yoon, S.-J., Zhao, Y., Zhou, M., Zhu, S., Lopez, A. D., Murray, C. J. L. & Gakidou, E. 2014. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 384(9945), 766-781.
- Nilwik, R., Snijders, T., Leenders, M., Groen, B. B., van Kranenburg, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. 2013. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Experimental Gerontology*, 48(5), 492-498.
- Nordic Medico-Statistical Committee. 2015. Viitattu: 17.10.2016. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:874109/FULLTEXT01.pdf>
- Norgan, N. G. 2005. Laboratory and field measurements of body composition. *Public Health Nutrition*, 8(7a), 1108-1122.
- Nygren, B., Aléx, L., Jonsén, E., Gustafson, Y., Norberg, A., & Lundman, B. 2005. Resilience, sense of coherence, purpose in life and self-transcendence in relation to perceived physical and mental health among the oldest old. *Aging & Mental Health*, 9(4), 354-362.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., McDowell, M. A., Tabak, C. J., & Flegal, K. M. 2006. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *Journal of the American Medical Association*, 295(13), 1549-1555.
- Rantanen, T., Masaki, K., He, Q., Ross, G. W., Willcox, B. J., & White, L. 2012. Midlife muscle strength and human longevity up to age 100 years: a 44-year prospective study among a decedent cohort. *Age*, 34(3), 563-570.
- Reilly, J. J., & Kelly, J. 2011. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *International journal of obesity*, 35(7), 891.
- Rizzoli, R., Branco, J., Brandi, M. L., Boonen, S., Bruyère, O., Cacoub, P., Cooper, C., Diez-Perez, A., Duder, J., Fielding, R. A., Harvey, N. C., Hiligsmann, M., Kanis J. A., Petermans, J. & Ringe, J. D. 2014. Management of osteoporosis of the oldest old. *Osteoporosis International*, 25(11), 2507-2529.
- Rizzuto, D., & Fratiglioni, L. 2014. Lifestyle factors related to mortality and survival: a mini-review. *Gerontology*, 60(4), 327-335.

- Savela, S., Komulainen, P., Sipilä, S., & Strandberg, T. 2015. Ikääntyneiden liikunta–minkälaista ja mihin tarkoitukseen. *Aikakauskirja Duodecim*, (18), 131.
- Seidell, J. C., Pérusse, L., Després, J. P., & Bouchard, C. 2001. Waist and hip circumferences have independent and opposite effects on cardiovascular disease risk factors: the Quebec Family Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 74(3), 315-321.
- Shafiee, G., Keshtkar, A., Soltani, A., Ahadi, Z., Larijani, B., & Heshmat, R. 2017. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 16(1), 21.
- Schaie, K. W., & Hofer, S. M. 2001. Longitudinal studies in aging research. Teoksessa J. E. Birren & K. W. Schaie (toim.) *Handbook of the psychology of aging*. 5. painos. Gulf Professional Publishing, 53-77.
- Shaw, S. C., Dennison, E. M., & Cooper, C. 2017. Epidemiology of Sarcopenia: Determinants Throughout the Lifecourse. *Calcified Tissue International*, 1-19.
- Shi, Z., Zhang, T., Byles, J., Martin, S., Avery, J. C., & Taylor, A. W. 2015. Food Habits, Lifestyle Factors and Mortality among Oldest Old Chinese: The Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS). *Nutrients*, 7(9), 7562-7579.
- Sievänen, H., Karinkanta, S., Tokola, K., Pajala, S., Vasankari, T., & Kaikkonen, R. 2014. Iäkkäiden toimintakyky, liikkuminen ja kaatumiset Suomessa 2013-ATH-tutkimuksen tuloksia. Tutkimuksesta tiiviisti: 2014_007.
- Sillanpää, E. 2011. Adaptations in body composition, metabolic health and physical fitness during strength or endurance training or their combination in healthy middle-aged and older adults. University of Jyväskylä. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 2011, 161.
- Skytthe, A., Pedersen, N. L., Kaprio, J., Stazi, M. A., vB Hjelmberg, J., Iachine, I., Vaupel, J. W. & Christensen, K. 2003. Longevity studies in GenomEUtwin. *Twin Research*, 6(05), 448-454.
- Snijder, M. B., Dekker, J. M., Visser, M., Yudkin, J. S., Stehouwer, C. D., Bouter, L. M., ... & Seidell, J. C. 2003. Larger thigh and hip circumferences are associated with better glucose tolerance: the Hoorn study. *Obesity Research*, 11(1), 104-111.
- Spalding, K. L., Arner, E., Westermark, P. O., Bernard, S., Buchholz, B. A., Bergmann, O., Blomqvist, L., Hoffstedt, J., Näslund, E., Britton, T., Concha, H., Hassan, M., Rydén, M., Frisén, J. & Arner, P. 2008. Dynamics of fat cell turnover in humans. *Nature*, 453(7196), 783-787.

- Srikanthan, P., & Karlamangla, A. S. 2014. Muscle mass index as a predictor of longevity in older adults. *The American Journal of Medicine*, 127(6), 547-553.
- Stenholm, S., Rantanen, T., Alanen, E., Reunanen, A., Sainio, P., & Koskinen, S. 2007. Obesity history as a predictor of walking limitation at old age. *Obesity*, 15(4), 929-938.
- Stenholm, S., Harris, T. B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S. B., & Ferrucci, L. 2008. Sarcopenic obesity-definition, etiology and consequences. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 11(6), 693.
- Sternfeld, B., Ngo, L., Satariano, W. A., & Tager, I. B. 2002. Associations of body composition with physical performance and self-reported functional limitation in elderly men and women. *American journal of epidemiology*, 156(2), 110-121.
- Suominen, H. 2013a. Kehon rakenne ja koostumus. Teoksessa E. Heikkinen & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia. 3. uudistettu painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 129-134.
- Suominen, H. 2013b. Luuston kunto. Teoksessa E. Heikkinen & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia. 3. uudistettu painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 135-140.
- Suominen, H., & Era, P. 2013. Fyysisen toimintakyvyn ja kehon rakenteen mittaaminen toimintakykytutkimuksissa. *Gerontologia* 27 (2013): 4.
- Suominen, M. H., Sandelin, E., Soini, H., & Pitkälä, K. H. 2009. How well do nurses recognize malnutrition in elderly patients?. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(2), 292-296.
- Suominen, M., Finne-Soveri, H., Hakala, P., Hakala-Lahtinen, P., Männistö, S., Pitkälä, K., Sarlio-Lähteenkorva, S. & Soini, H. 2010. Ravitsemussuositukset ikääntyneille. Valtion ravitsemusneuvottelukunta, 2.
- Suominen, M., Soini, H., Muurinen, S., Strandberg, T., & Pitkälä, K. 2012. Ikääntyneiden ruokakäytöt, ravinnonsaanti ja ravitsemustila suomalaisissa tutkimuksissa. *Sosiaalilääketieteellinen Aikakauskirja*, 49(2), 170-9.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2016. Toimintakyvyn ulottuvuudet. Viitattu 10.1.2018. www.thl.fi.
- Tresierras, M. A., & Balady, G. J. 2009. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 29(2), 67-75.
- Tuikkala, A., & Hervonen, A. 2006. GeHA: pitkäikäisten sisarusparien tutkimus Euroopassa. *Gerontologia* 20 (2006): 2.

- Villareal, D. T., Chode, S., Parimi, N., Sinacore, D. R., Hilton, T., Armamento-Villareal, R., Napoli, N., Qualls, C. & Shah, K. 2011. Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. *New England Journal of Medicine*, 364(13), 1218-1229.
- Vincent, H. K., Vincent, K. R., & Lamb, K. M. 2010. Obesity and mobility disability in the older adult. *Obesity Reviews*, 11(8), 568-579.
- Visser, M. & Harris, T. 2012. Body Composition and Aging. Teoksessa A. Newman & J. A. Cauley (toim.). *The Epidemiology of Aging*. Dordrecht: Springer Netherlands, 275-292.
- Vuori, I. 2011. Ikääntyvät ja vanhukset. Teoksessa M. Fogelholm, I. Vuori & T. Vasankari (toim.) *Terveysliikunta. 2. uudistettu painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 88-104.
- Väänänen, K. 1996. Luun elämänkaari. *Duodecim*, 112, 2087-2094.
- Wagner, D. R., & Heyward, V. H. 1999. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(2), 135-149.
- Wang, Z. M., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. 1992. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American journal of clinical nutrition*, 56(1), 19-28.
- Wang, J., Thornton, J. C., Kolesnik, S., & Pierson, R. N. 2000. Anthropometry in body composition: an overview. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 317-326.
- WHO. 2016. Viitattu 6.7.2016. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
- WHO/FAO. 2002. Report of the joint WHO/FAO expert consultation. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: World Health Organization.
- Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. 2006. Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*, 91(7), 612-617.
- Willcox, D. C., Willcox, B. J., Hsueh, W. C., & Suzuki, M. 2006. Genetic determinants of exceptional human longevity: insights from the Okinawa Centenarian Study. *Age*, 28(4), 313-332.
- Wilmore, J. H. & Costill, D. L. 2004. *Physiology of sport and exercise. 3. painos*. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Williams, M. B., Raven, P. B., Fogt, D. L., & Ivy, J. L. 2003. Effects of recovery beverages on glycogen restoration and endurance exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 12-19.

Woodrow, G. 2009. Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 12(1), 8-14.