

Sanna Jylhä

**IHOPOIMUMITTARIN JA BIOIMPEDANSSIMITTAREIDEN RAS-
VAPROSENTTITULOSTEN VERTAILU**

IHOPOIMUMITTARIN JA BIOIMPEDANSSIMITTAREIDEN RAS- VAPROSENTTITULOSTEN VERTAILU

Sanna Jylhä
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma

Tekijä: Sanna Jylhä

Opinnäytetyön nimi: Ihopoimiumittarin ja bioimpedanssimittareiden tulosten vertailu rasvaprosentin osalta

Työn ohjaaja: Jaakko Kaski

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016

Sivumäärä: 40 + 5 liitettä

ODL Liikuntaklinikka halusi saada tietoa rasvaprosenttia mittaavien laitteiden tulosten eroista. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mikä on luotettavin mittari asiakaskäyttöön. Työssä haettiin vastausta kysymykseen onko olemassa yksi kaikille asiakkaille sopiva mittari, vai sopiiko jokin mittareista erityisen hyvin esimerkiksi laihdutusvalmennuksen asiakkaille ja toinen mittari taas urheilijoiden kuntotestaukseen.

Työn alussa tutustuttiin mitattavaan ilmiöön ja erilaisiin kehon koostumuksen mittaamenetelmiin. Opinnäytetyön tutkimusaineisto muodostuu ODL Liikuntaklinikalla tehdyistä rasvaprosentin mittauksista, joita tehtiin marraskuussa 2009 vapaaehtoisille koehenkilöille. Tutkimuksen aikana koehenkilöille tehtiin rasvaprosenttimittaukset yhdellä ihopoimiumittarilla ja kolmella eri bioimpedanssimittarilla. Tutkimustuloksia vertailtiin keskenään ja selvitettiin, onko mittareiden tuloksissa eroja painoindeksin, sukupuolen tai iän perusteella.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin selville, että rasvaprosenttia mittaavien laitteiden tuloksissa oli suuriakin eroja, mutta ne antoivat toistettavia tuloksia. Laitteet antoivat yleensä tulokseksi jokseenkin vertailukelpoisen lukeman painoindeksiin nähden, painoindeksin ollessa alle 30. Mittareiden epävarmuus pysyi samana sukupuolesta tai iästä riippumatta. Tärkeintä on, että rasvaprosenttia mitataan aina samalla menetelmällä, samalla mittarilla ja vakiodusti.

Asiasanat: rasvaprosentti, mittaus, vertailu

ALKULAUSE

Haluaisin kiittää työni tilaajaa, ODL Liikuntaklinikkaa, mahdollisuudesta tehdä insinööriyöni heille. Erityisen iso kiitos tilaajan edustajalle, testauspäällikkö Hannu Kaikkoselle. Kiitos kaikille mittauksissa olleille koehenkilöille.

Lisäksi haluan kiittää työn ohjauksesta Jaakko Kaskea, ja kielentarkastuksesta Tuula Hopeavuorta.

Lopuksi haluan kiittää aviomiestäni Oskaria. Kannustuksesi ja tukesi on ollut korvaamattoman tärkeää.

Vaasassa 1.6.2016

Sanna Jylhä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
1 JOHDANTO	7
2 MITATTAVA ILMIÖ	8
2.1 Rasvaprosentti	8
2.2 Mittausmenetelmät	9
2.2.1 Ihopoimumittaus	10
2.2.2 Biosähköinen impedanssi	13
2.2.3 Muut mittausmenetelmät	15
3 MITTALAITTEET	17
3.1 Ihopoimumittari	17
3.2 Bioimpedanssimittarit	17
3.2.1 InBody 720	18
3.2.2 Omron BF306	19
3.2.3 Omron BF510	20
4 MITTAAMISEN LAATU	22
5 TUTKIMUSAINEISTO	24
6 TUTKIMUSTULOKSET	25
6.1 Mittareiden tulosten vertailua	25
6.2 Painoindeksin vaikutus mittaustuloksiin	27
6.3 Sukupuolen vaikutus mittaustuloksiin	29
6.4 Iän vaikutus mittaustuloksiin	31
6.5 Toistettavuusmittaus	31
6.6 Yhteenveto tuloksista	33
7 POHDINTA	34
LÄHTEET	36

SANASTO

Antropometria	Antropometrialla tarkoitetaan ensisijaisesti pituuteen, kehon massaan, kehon mittasuhteisiin ja koostumukseen perustuvia mittauksia
Bioimpedanssi	BIA, Biosähköinen impedanssimenetelmä. Menetelmä, jolla mitataan kehon kykyä johtaa sähköä. Menetelmää käytetään kehon koostumuksen määrittämisessä.
BMI	Body Mass Index, Kehon massaindeksi. Kehon paino jaettuna pituuden neliöllä. Pituus ilmaistuna metreillä.
DXA	Dual-energy X-ray absorptiometry, kaksienergisien röntgensäteilyn absorptiometria. Menetelmää käytetään ensisijaisesti arvioimaan luun mineraalitiheyttä. Menetelmää voidaan käyttää myös mittaamaan koko kehon koostumus ja rasvapitoisuus.
MRI	Magnetic Resonance Imaging, magneettikuvaus. Radiologian alaan kuuluva lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, joka perustuu ydinmagneettiseen resonanssiin. Menetelmää käytetään runsaasti vetyä sisältävien kudosten tutkimiseen.
NIR	Nearinfrared interactance, kehon koostumuksen arviointi infrapunasäteellä. Menetelmä perustuu infrapunasäteen heijastumiseen kudoksesta.

(1, s. 50, 250–253; 27; 15.)

1 JOHDANTO

Rasvaprosentti kertoo, kuinka paljon rasvakudosta kehossa on. Rasvaprosentti liittyy läheisesti painoindeksiin ja yhdessä nämä kaksi antavat jonkinlaisen kuvan siitä, onko henkilö yli-, ali- vai normaalipainoinen ja paljonko rasvaa kehossa on. (2.) Rasvaprosentin seuraaminen on tuttua monille painoan tarkkaileville, mutta rasvaprosenttia mittaavien laitteiden tulosten eroista on olemassa melko vähän vertailevia tutkimuksia. ODL Liikuntaklinikka haluaakin nyt saada tietoa mittalaitteiden tulosten eroavaisuuksista mitattavan parametrin eli rasvaprosentin osalta. Tämän työn tarkoituksena on selvittää, onko olemassa yksi kaikille asiakkaille sopiva mittari, vai sopiiko jokin mittareista erityisen hyvin esimerkiksi laihdutusvalmennuksen asiakkaille ja toinen mittari taas urheilijoiden kuntotestaukseen. Työssä saatua tietoa voidaan hyödyntää myös asiakaspalautteiden yhteydessä, jolloin on hyvä osata perustella laitekohtaisia tuloseroja ja arvojen luotettavuutta.

ODL Liikuntaklinikka on liikuntalääketieteen osaamiskeskus, joka tarjoaa asiantuntijapalveluita, tutkimusta, hoitoa, testausta ja valmennusta. Klinikalla toteutetaan erilaisia kehittämishankkeita, tieteellistä tutkimusta sekä koulutusta. Klinikalla tarjotaan ihopoimumittauksia pihdeillä ja kehonkoostumusanalyysia InBody 720 -mittalaitteella.

Tässä työssä tutustutaan kehon koostumusta ja rasvaprosenttia mittaaviin laitteisiin, mitattavaan ilmiöön ja aiempiin aiheita koskeviin tutkimuksiin. Työssä mitataan yhdellä ihopoimumittarilla ja kolmella eri bioimpedanssimittarilla koehenkilöiden rasvaprosentti. Saatujen tulosten perusteella vertaillaan eri laitteiden antamien arvojen eroja.

2 MITATTAVA ILMIÖ

Antropometrialla tarkoitetaan ensisijaisesti pituuteen, kehon massaan, kehon mitasuhteisiin ja koostumukseen perustuvia mittauksia, joilla pyritään kuvaamaan ihmisen terveydentilaa (1, s. 45).

Keho sisältää rasvaa, proteiineja, vettä, glykogeeniä sekä luuston ja muun elimistön kivennäisaineita. Elävien ihmisten kehon koostumusta ei voida suoraan mitata. Kehon koostumuksen arviointia varten on mitattava yksi tai useampi kehon ominaisuus, esimerkiksi rasvaprosenttia ihopoimiumittarilla mitattaessa ihonalaisen rasvakudoksen paksuus valituista kohdista. Ominaisuuksista laskeaan kehon koostumus matemaattisesti. (1, s. 47.)

Valittu mittausmenetelmä, käytetty laitteisto, mittaaja ja kohderyhmä vaikuttavat kehon koostumuksen arvioinnin tulokseen. Siksi tulosten tulkinta on tehtävä hyvin varovaisesti. Eri menetelmillä tai saman menetelmän eri yhtälöillä saatuja tuloksia ei voi verrata keskenään. Myös kahden testiaseman välillä on yleensä eroa, vaikka menetelmä ja yhtälö olisivat samat. Jopa kahden henkilön vertaaminen samalla menetelmällä samassa paikassa on tehtävä varoen: prosenttiyksikön ero kehon rasvan määrässä voi helposti johtua mittaustekniikan ja käytetyn yhtälön epätarkkuudesta. (1, s. 48.)

2.1 Rasvaprosentti

Ihmisessä on välttämätöntä rasvaa kolme prosenttia lähinnä sisäelimissä ja ihon alla. Rasvakudos ja rasvasolut toimivat rasvavarastona ja sitä kautta elimistön suurimpana energiavarastona. (3.) Vaikka rasvakudos on erikoistunut rasvojen muodostamiseen ja varastoimiseen, tutkimukset ovat osoittaneet, että se ei ole pelkkä passiivinen energiavarasto, vaan tuottaa erilaisia aineenvaihduntaan ja ruokahaluun vaikuttavia hormoneja (4, s. 2548). Lisäksi rasvakudos vaimentaa elimistöön kohdistuvia iskuja ja estää ihon kautta tapahtuvaa lämmönhukkaa (5, s. 123). Rasvaa on myös useiden sisäelinten välisissä tiloissa ja se pitää joitakin elimiä paikallaan (3).

Rasvamassa tarkoittaa ihonalaisen, sisäelinten ja lihasten sisäisen rasvan kokonaismäärää kiloina. Kun elimistön kokonaispaino ja rasvamassan määrä tiedetään, voidaan laskea rasvaprosentti, joka kuvastaa rasvamassan prosentuaalista määrää koko elimistön massasta. (6.) Rasvaprosentti on parempi mittari ylipainon arviointiin kuin painoindeksi, koska painoindeksi olettaa lihasten olevan keskimääräisessä kunnossa. Esimerkiksi kehonrakentajilla painoindeksi voi näyttää ylipainoa, vaikka rasvaprosentti on alhainen. Jos lihaskunto on heikko, painoindeksi voi näyttää normaalipainoa, vaikka rasvaprosentti on yli normaalin. (2.) Rasvaprosentille ei ole olemassa yleisesti hyväksytyjä viitearvoja. Normaalin rasvaprosentin rajat vaihtelevat esimerkiksi henkilön iän mukaan. Lihavuustutkija Kirsi Pietiläisen mukaan naisilla normaali rasvaprosentti on keskimäärin noin 25–33 % ja miehillä noin 13–21 %. Liian alhainen rasvaprosentti voi muun muassa haitata naisten hormonitoimintaa. Liian korkea rasvaprosentti taas on merkki lihavuudesta. (7.)

Rasvaprosentin mittaaminen on järkevää, jos haluaa numerotietoa ja seurata tarkemmin muutoksia omassa kehossaan. Huippu-urheilussa monissa painoluokkalajeissa on tärkeää, että ei ole paljon rasvaa. Mittauksesta voi olla hyötyä myös tavallisille ihmisille, jotka haluavat pudottaa painoaan. Ihmisten välistä vertailua ei ole järkevää tehdä. Siihen rasvaprosentin mittaaminen ei sovellu, mutta oman kuntoiluprojektin tai laihduttamisen tarkkailuun, se on hyvä mittari. Laihduttajille rasvaprosentin mittaamisesta voi olla hyötyä, jotta he eivät vahingossa laihduta lihasta vaan rasvaa. Liian nopea laihdutusaste, vähäinen liikunta ja proteiinin puute voi johtaa siihen, että paino lähtee lihaksista eikä rasvasta. Tavoitteellinen kuntoilija taas saattaa hyötyä rasvaprosentin mittaamisesta, sillä vaikka vaa'an lukema olisi pysynyt samana, rasvan tilalle kehoon on voinut tulla lihasta.

2.2 Mittausmenetelmät

Kehon koostumuksen mittausmenetelmät jaetaan kahteen pääkategoriaan: laboratorio- ja kenttämenetelmät. Yleisimpiä laboratoriotekniikoita ovat DXA-mittaus, vedenalaispunnitus, magneettikuvaus ja ultraääni. Yleisimpiä kenttäteknikoita taas ovat antropometria, ihopoimiumittaus, biosähköinen impedanssi ja infrapu-

nasäde. (8.) Laboratoriotekniikat ovat yleisesti ottaen tarkempia kuin kenttämenetelmät, mutta lähes aina kalliita ja aikaa vieviä, joten ne eivät ole tavallisen kuntoilijan tai laihduttajan saatavilla. Kenttämenetelmät sen sijaan soveltuvat paremmin laajoille henkilökoukoille ja ovat usein riittävän tarkkoja rasvan määrää arvioitaessa. (9.) Kaikissa mittausmenetelmissä on hyvät ja huonot puolensa ja menetelmää valittaessa tulee tarkastella, millaista tietoa halutaan saada selville. Mittausmenetelmää valittaessa tulee pohtia lisäksi menetelmän kustannuksia, sitä miten nopeasti tietoa tarvitaan ja kuinka tarkkaa tiedon tulisi olla. Kehon koostumuksen arvioinnissa tulee aina olla kriittinen, sillä tulokseen vaikuttavat valittu mittausmenetelmä, käytetty laitteisto ja mittaaja sekä usein myös kehon nestetasapaino.

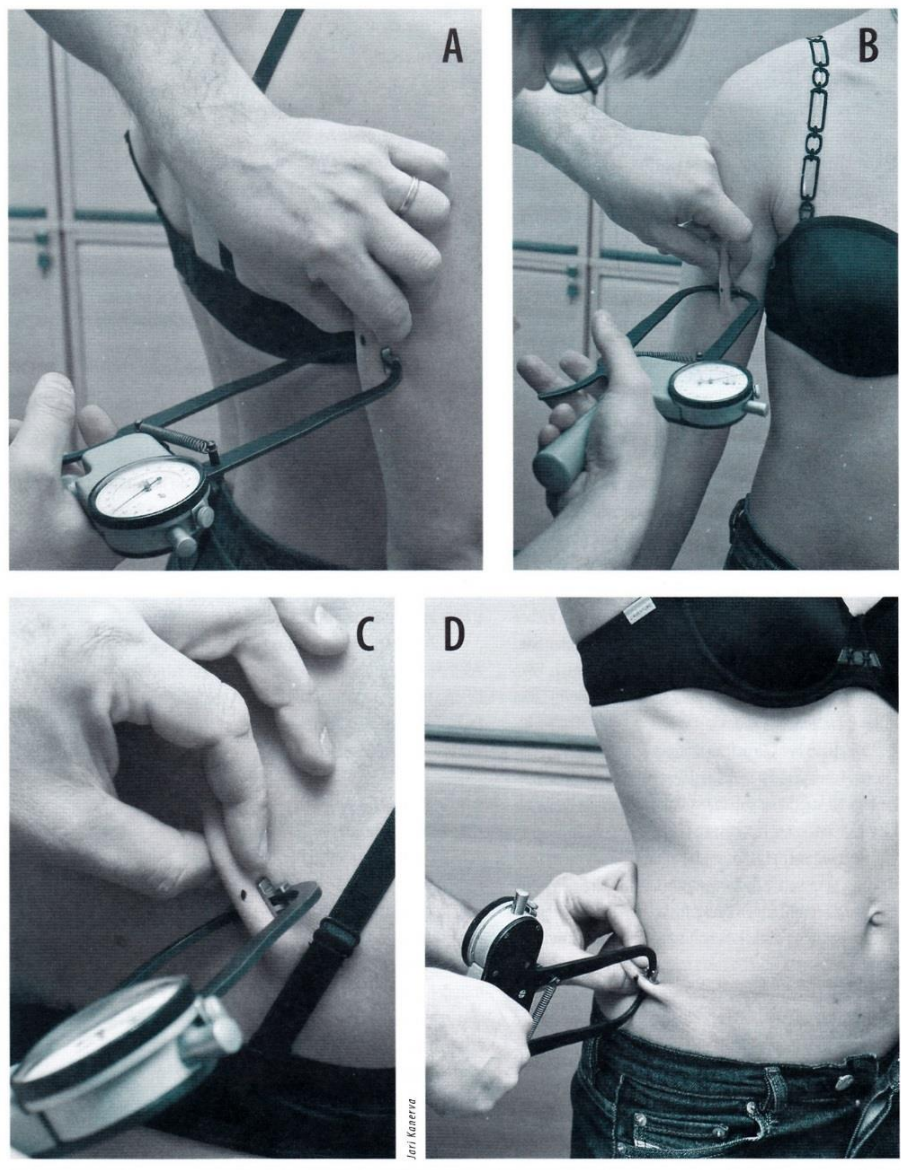
2.2.1 Ihopoimumittaus

Ihopoimumittauksessa mitataan ihonalaisen rasvakudoksen kaksinkertainen paksuus useasta kohdasta kehoa. Ihonalaisen rasvan osuus koko kehon rasvasta on noin puolet, vanhenevilla ihmisillä kuitenkin vähemmän. Ihopoimujen summasta saadaan ennusteyhtälön avulla arvio kehon koostumuksesta. Jos yhtälöt on laskettu erikseen ikäryhmittäin ja sukupuolittain, voidaan tulos lukea suoraan taulukosta. (1, s. 48.)

Mittaus tehdään aina kehon oikealta puolelta. Kaikki mittaukset tehdään koehenkilön seistessä. Poimu kohotetaan peukalon ja etusormen avulla ihoa venyttämättä. Pihdit asetetaan sormien lähelle poimun tyven ja kärjen puoleen väliin eli yhtä kauas poimun kärjestä kuin poimu on paksu. Mittauksen aikana poimusta pidetään koko ajan kiinni. Lukema luetaan noin kahden sekunnin kuluttua. Kaikki poimut mitataan aluksi kerran, jonka jälkeen mittaukset toistetaan kahdesti. Poimun tulos on kolmen mittauslukeman keskiarvo. (1, s. 48.)

Yleisimmät mittauspaikat ovat A. Triceps-ihopoimu (olkavarren ojentaja): olkavarren takaosasta kyynärlisäkkeen ja olkalisäkkeen puolivälin korkeudelta pystysuoraan. B. Biceps-ihopoimu (hauslihas): olkavarren etupuolelta lihasrungon paksuimman osan päältä. C. Lavanalusihopoimu: lapaluun kärjen alta ihopoimun suunnassa n. 45 asteen kulmassa. D. Supraikaali- eli suoliluun harjanteen poimu:

keskikainalolinjan kohdalta suoliluun harjanteen yläpuolelta vaakasuoraan (kuva 1). (1, s. 48.)



KUVA 1. Ihopoimujen mittauspaikat (1, s. 49.)

Ihopoimujen summan avulla voidaan arvioida rasvan osuus kehon massasta lukuisilla eri yhtälöillä. Englantilaisten Durnsin ja Womersleyn (1974) edellä kuvattuihin neljään ihopoimuun perustuvat yhtälöt ovat erittäin tunnettuja ja Suomessa yleisessä käytössä. Liitteissä 2 ja 3 on näiden yhtälöiden perusteella laadittu muuntotaulukko miehille ja naisille. Liitteissä 4 ja 5 on esitetty samoihin neljään

ihopoimuun perustuvat suomalaisilla testiasemilla erityisesti urheilijoiden testamisessa yleisesti käytetyt muuntotaulukot, jotka eivät kuitenkaan huomioi mitatavan ikää (Durnin ja Rahaman, 1967). (1, s. 48.)

Yhtälön valinta ja mittaajan tekniikka vaikuttavat lopputulokseen, minkä takia esimerkiksi eri mittaajien saamat tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia. Lähinnä rasvan jakautumisesta johtuvien erojen takia eri henkilöiden rasvan määrän vertaaminen ei ole myöskään mielekäästä. On esimerkiksi mahdollista, että kaksi yhtä ”rasvaista” henkilöä saa viiden prosenttiyksikön ero ihopoimumittauksessa. Ihopoimumittauksen ongelmat seurannassa ovat hieman pienemmät kuin yksilön todellista rasvan määrää arvioitaessa, joten mittaustuloksia voidaan käyttää apuna esimerkiksi laihduttajia seurattaessa. Hyvin lihavilla ihopoimujen mittaaminen on kuitenkin vaikeaa, sillä poimut saattavat olla niin suuria (> 40–50 mm), että tarkka ja toistettava mittaaminen ei onnistu. (1, s. 50.)

Jos ihopoimumittauksen avulla tarkastellaan vain ihonalaisen rasvan määrää, niin mittaaminen on tavallaan suora ja mittauksesta saatu tulos melkoisen luotettava. Eri henkilöillä rasvan jakaantuminen eri puolille kehoa kuitenkin vaihtelee hieman, joten mittauspaiikkojen valitseminen vaikuttaa aina tulokseen. Mitattaessa ihopoimuja niiden paksuus lasketaan yhteen ja summa sijoitetaan ennusteyhtälöön, jonka avulla saadaan laskettua arvio kehon rasvaprosentista. Ihopoimumittaukset ovat yksinkertaisia ja ne voidaan toteuttaa helposti myös kenttätyössä. Ihopoimumittaus on edullinen, mutta sen tarkkuus riippuu suuresti mittaajasta ja siitä, että mittaaminen toistetaan aina täsmälleen samoista kohdista. (9.) Ihopoimumittaus soveltuu parhaiten pitkäaikaiseurantaan.

Ihopoimumittauksen yhteydessä voi käyttää lisäksi mittanauhaa, joka saattaa vielä parantaa mittaustuloksia. Esimerkiksi jos ihopoimumittauksella saadaan sama tulos eri aikoina, mutta koehenkilön käsivarren paksuus on suurentunut, voidaan päätellä, että käsivarteen on nimenomaan tullut lisää lihasta rasvan sijasta. Vielä ihopoimumittauksista tarkempaan lukemaan pääsee ultraäänellä ja magneettikuvauksella.

Yleisesti käytössä olevista menetelmistä yhdeksi parhaista on todettu ihopoimuumittaus seitsemästä eri kohdasta. Ihopoimu mitataan suoliluun yläpuolelta, lapaaluun alta, käsivarresta ojentajan puolelta, navan vierestä, kyljestä kainalon alapuolelta, etureidestä reiden keskeltä ja rinnan kohdalta nännin ja kainalon puolivälistä. (10, s. 68.)

2.2.2 Biosähköinen impedanssi

Biosähköisellä impedanssimenetelmällä mitataan kehon kykyä johtaa sähköä. Johtavuus paranee, kun solunulkoinen nestetilavuus suurenee. Itse asiassa bioimpedanssi siis mittaa nestettä eikä rasvaa. Koska rasva on lähes vedetöntä kudosta, on lihavilla kuitenkin suhteellisesti vähemmän vettä elimistössään kuin laihoilla. Yleisesti käytetty yksifrekvenssinen virta kulkee enimmäkseen solunulkoisessa nesteessä. (1, s. 50.) Esimerkiksi InBody 720 käyttää virtaa 100 μA (1 kHz) ja 500 μA (muilla mittaustaajuuksilla) (11). Henkilöiden välisiä eroja aiheuttavat solun ulkoisen vesitilavuuden ja koko kehon vesitilavuuden suhde, sekä koko kehon vesimäärän osuus rasvattomasta kudoksesta. Nesteen menetys (esim. hikoilun jälkeen) suurentaa vastusta ja rasvan määrän ennustetta. Ylimääräinen neste elimistössä (esim. ennen kuukautisia, aterian jälkeen) puolestaan parantaa sähkönjohtavuutta ja pienentää rasvaprosentin ennustetta. (1, s. 50.)

Mittaus bioimpedanssilla on nopeaa ja helppoa, eikä paksujen ihopoimujen kaltaisia mittausongelmia ole. Bioimpedanssi on tarkempi menetelmä kuin ihopoimuumittaus mittaajasta aiheutuvien virhelähteiden puuttuessa. Mittausolojen ja koehenkilöstä johtuvien aineenvaihdunnallisten tekijöiden vakioiminen on bioimpedanssissa kuitenkin tärkeämpää kuin ihopoimuja käytettäessä ja näistä tekijöistä johtuen bioimpedanssimenetelmän tarkkuus jää usein samalle tasolle ihopoimumenetelmien kanssa. On myös hyvä muistaa, että mittauslaitteen tai käytetyn ennusteyhtälön vaihtaminen muuttaa mittaustulosta. (1, s. 50.)

Bioimpedanssilaitte perustuu pienten, harmittomien elektronisten signaalien kulkeutumiseen kehossa. Eri kudokset vastustavat signaaleja eri voimakkuudella. Vesi päästää signaaleja helpommin läpi kuin esimerkiksi rasva. Näin ollen lihakset, jotka sisältävät paljon enemmän vettä kuin rasvakudos, päästävät signaaleja

helpommin läpi kuin rasvakudos. Laskukaavojen avulla laitteen on mahdollista määrittää kuinka paljon kehossa on rasva- ja lihaskudosta. Lisäksi laite määrittää rasva- ja lihaskudoksen jakautumista kehon eri osissa. (12.)

Biosähköisiä impedanssilaitteita on erilaisia. Joissakin laitteissa sähkövirta kulkee vain kädestä käteen, jolloin laite mittaa vain ylävartalon koostumuksen. Laitteita on myös sellaisia, joissa sähkövirta kulkee sekä jaloista että käsistä, ja näin mittaa koko kehon koostumuksen. Ne toimivat kuitenkin samalla perusperiaatteella. (12.)

Meillä kaikilla kehon kokonaisveden määrän ja rasvattoman massan suhde on suhteellisen vakio (0,73), ja tämän perusteella bioimpedanssilaitte arvioi kehon rasvattoman massan melko hyvin (13, s. 40). Tämä suhdeluku vaihtelee kuitenkin jonkin verran eri ihmisillä ja saattaa muuttua samalla ihmisellä esimerkiksi kunto- ja saliharjoittelun seurauksena. Tavallisesti nimittäin lihasten kasvaessa myös niiden sisältämä veden määrä lisääntyy suhteellisesti tarkasteltaessa. (12.)

Biosähköistä impedanssilaitetta käytetään tavallisesti kehon koostumuksen muutosten seurannassa. Tutkimusten mukaan laite ei kuitenkaan ole täysin luotettava. Tämä johtuu suurelta osin siitä, että laite olettaa kehon kokonaisveden määrän pysyvän aina vakiona. Tällaiset oletuksista johtuvat virheet voivat johtaa muutamien prosenttiyksikköjen virheeseen kehon koostumuksen mittauksessa. Toisaalta monien tutkimusten mukaan melko suurien kehon koostumuksissa tapahtuvien muutoksien seurannassa biosähköinen impedanssilaitte on suhteellisen luotettava. Koska kehon neste- ja elektrolyyttitasapaino vaikuttavat tuloksiin, on erittäin tärkeää, että mittauksista edeltävä aika vakioidaan mahdollisimman tarkasti. Esimerkiksi olisi tärkeää suorittaa mittaus aina aamulla paastotilassa. Lisäksi edellispäivän raskasta liikuntaa ja saunomista tulisi välttää. Naisilla myös kuukautiskierron vaihe vaikuttaa tuloksiin. (12.)

2.2.3 Muut mittausmenetelmät

Kehon koostumuksen arviointi infrapunasäteellä (engl. nearinfrared interactance eli NIR) perustuu infrapunasäteen heijastumiseen kudoksesta. Mittaus suoritetaan hauislihaksen (m. biceps) päältä. Laite käyttää ennusteyhtälöä, jossa on laitteen mittaaman ominaisuuden lisäksi tiedot henkilön iästä, sukupuolesta, pituudesta, massasta ja mahdollisesti myös fyysisestä aktiivisuudesta. NIR-menetelmä on yksinkertainen ja nopea, eikä se edellytä mittausolojen vakioimista. Saattunaisvirhe on samaa suuruusluokkaa kuin ihopoimiumittauksessa tai bioimpedanssissa. Lihavilla se systemaattisesti arvioi rasvan määrän liian pieneksi. (1, s. 50.)

DXA-mittauksessa rasvaprosentti lasketaan suoran matemaattisen kaavan avulla vaimentumisesta eli tulos ei perustu ennusteyhtälöihin vaan on suora fyysikaalinen mittaus. DXA-mittaus perustuu kaksiennergisen röntgensäteilyn vaimentamiseen kudoksissa. Luu, pehmytkudos, rasva ja lihas vaimentavat röntgensäteitä eri tavalla. Laite jaottelee tulokset erikseen molemmille käsille, jaloille ja keskivartalolle. Mittausta pidetään yleisesti luotettavana. Suurin heikkous on hinta ja saatavuus. Laite on käytössä usein vain sairaaloissa ja tutkimusinstituuteissa. Niissä kohdissa, joissa on paljon luita, kuten rintakehässä ja lantiossa, laite joutuu tekemään oletuksia ja olettaa, että rasvaa on suurin piirtein saman verran kuin muissakin kohdissa. (14.)

Vedenalaispunnitus perustuu kehon tilavuuden mittaamiseen ja kehon tiheyden määrittämiseen. Koska rasvakudoksen tiheys (0,9 g/ml) poikkeaa rasvattoman kudoksen tiheydestä (n. 1,1 g/ml riippuen hieman yksilöstä), voidaan kehon kokonaistiheyden perusteella laskea rasvakudoksen ja rasvattoman kudoksen osuudet kehon kokonaismassasta. Arkhimedein lain mukaan henkilön painon ja veden alla mitatun painon erotus on yhtä suuri kuin henkilön kehon syrjäyttämän veden paino. Syrjäytetyn vesimäärän painon avulla saadaan laskettua syrjäytetyn vesimäärän tilavuus, joka on sama kuin koehenkilön kehon tilavuus. Vedenalaispunnituksen avulla saatuun kehon tilavuuteen sisältyy kudosten tilavuuden lisäksi myös keuhkoissa ja ruoansulatuskanavassa olevien kaasujen tilavuus, mikä pitää huomioida tuloksessa. (12.)

Magneettikuvaus (MRI) on radiologian alaan kuuluva lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, joka perustuu ydinmagneettiseen resonanssiin. Menetelmässä mitataan vety-ytimien magneettikentässä emittoimaa radiotaajuista signaalia. Siksi se soveltuu runsaasti vetyä sisältävien kudosten (rasva- ja vesipitoiset kudokset, myös luuydin) tutkimiseen. (15.) MRI voi määrittää ihonalaisen rasvakudoksen määrän. Kun magneettikuvaus yhdistetään massa-analyysiin, voidaan seurata muutoksia lihaskoossa ja rasvakudoksen määrässä. (16, s. 6.)

Ultraääni on atomien mekaanista aaltoliikettä, jonka taajuusalue on yli ihmisen kuuloalueen. Ultraääni tarvitsee väliaineen edetäkseen ja se etenee hyvin nesteissä ja monissa kiinteissä aineissa. (17.) Metodissa elektroninen energia muuttuu korkea frekvenssisiksi ääniaalloiksi, joka menee ihon pinnan läpi sen alapuolisiin kudoksiin. Ääniaallot läpäisevät rasvakudoksen ja tunkeutuvat aina lihaskerroksiin asti. Tämän jälkeen rasvalihaspintojen heijastus muodostaa kaiun takaisin anturiin. Se pystyy erottamaan selkeästi eri kudokset toisistaan. Menetelmää voidaan käyttää lihaksen ja rasvakudoksen poikkipinta-alojen määrittämiseen. (18, s. 799–800.)

3 MITTALAITTEET

Mittaukset suoritettiin ODL Liikuntaklinikan ihopoimumittarilla ja kahdella erilaisella bioimpedanssimittarilla: InBody 720 ja Omron BF306. Yksi bioimpedanssimittareista Omron BF510 lainattiin Verveltä, joka tarjoaa erilaisia työurapalveluja ja ammatillista kuntoutusta, jotta saatiin laajempi vertailupohja erilaisista mittareista.

3.1 Ihopoimumittari

Ihopoimumittauksessa käytettiin mittaria, jonka mittari- ja pihtiosa olivat molemmat merkiltään John Bull (British Indicators Ltd) (kuva 2). Mittarin mitta-alue on 0-80 mm, josta lukemat voidaan lukea 0,20 mm:n tarkkuudella. Pihtien puristus-paine on mitta-alueella vakio 10 g/mm².



KUVA 2. Ihopoimumittari

3.2 Bioimpedanssimittarit

Bioimpedanssi mittaa sähkönjohtavuutta kehossa. Mittaus perustuu heikkoon sähkövirtaan (joko yksitaajuiseen tai monitaajuiseen, riippuen laitteesta), jota

laite kierrättää kehon läpi testiä tehtäessä. Käytännössä mitataan nesteen määrää kehossa ja taustatietojen, sähkövirran kiertonopeuden sekä erilaisten laskentakaavojen perusteella laite arvioi lopulta kehon rasvaprosentin.

Bioimpedanssi on helppokäyttöinen ja nopea tapa mitata rasvaprosentti. Osa laitteista mittaa sähköjohtavuutta koko kehosta, osa taas joko ylä- tai alavartalosta, riippuen onko kyseessä henkilövaaka vai kädessä pidettävä mittauslaite.

Koska mittaus perustuu kehon nestetasapainoon, on testiin valmistautuminen tärkeää vakioida koehenkilöiden ravinnon, nesteen ja liikunnan suhteen. Koehenkilön virtsarakon tulee olla tyhjä. Liikunta voi joko lisätä nestettä kehossa tai vähentää sitä, joten suositeltavaa on, että mittausta edeltävän vuorokauden aikana ei harrasteta kuntoliikuntaa. Mittaus olisi hyvä suorittaa aina samana viikoppäivänä. Naisilla mittauksessa tulee huomioida myös kuukaudenaika, sillä kuukautiskierto vaikuttaa nestetasapainoon.

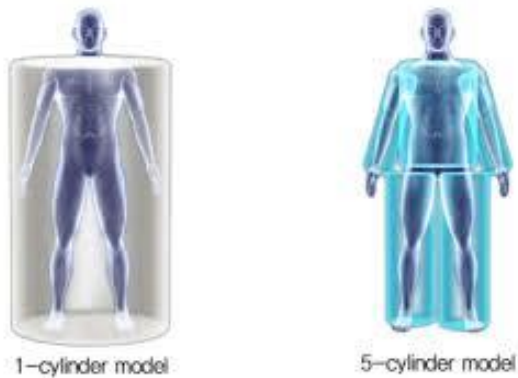
3.2.1 InBody 720

InBody 720 on bioimpedanssimenetelmää käyttävä kehon koostumuksen mittalaite (kuva 3). Mittausmenetelmän tarkkuus perustuu kehon segmentaaliseen mittaamiseen monitaajuisella sähkövirralla. Taajuudet, joita laite käyttää mittaukseen ovat 1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz ja 1000 kHz. (11.)



KUVA 3. InBody 720 (20.)

Kehon koostumus mitataan viidessä eri sylinterissä niin, että jokainen osa mitataan toisistaan riippumatta (kuva 4). Kehon mittaaminen segmenteittäin on tärkeää tarkan mittaustuloksen saavuttamiseksi. Tämä johtuu siitä, että eri kehon osilla on erilainen impedanssi. InBody-laitteet eivät käytä empiiristä arviointia, jota aiemmat bioimpedanssimenetelmää käyttäneet laitteet ovat tarvinneet kompensoidakseen mittauksen epätarkkuutta. (19.)



KUVA 4. Kehon mittaaminen segmenteittäin (19.)

InBody-laitteiden käyttämä sähkövirta on vaaraton. Laitteiden turvallisuus on todistettu tieteellisin tutkimuksin. Ne täyttävät IEC 60601-1 standardin turvallisuusvaatimukset sähkökäyttöisille lääkintälaitteille. (20, s. 524–532.)

Laitteeseen asetetaan koehenkilön ikä, sukupuoli ja pituus, mutta se ei käytä oletuksia sukupuoleen, ikään tai muuhun muuttujaan, vaan tulokset perustuvat ainoastaan itse mittaukseen.

3.2.2 Omron BF306

Omron BF306 mittaa kehon sähkövastuksen eli bioimpedanssin (kuva 5). Laitteeseen asetetaan ikä, sukupuoli, paino ja pituus. Tämän jälkeen laite laskee rasvaprosentin samanikäisten ja -kokoisten ihmisten ennusteyhtälöiden perusteella ja muokkaa tulosta mittauksessa saatujen tietojen perusteella. Rasvaprosentin lisäksi laite kertoo myös painoindeksin.

Rasvaprosentin mittaus suoritetaan käsissä pidettävän laitteen kautta. Laitteessa on neljä mittauspistettä, joiden kautta heikko sähkövirta kulkee kädestä toiseen

ylävartalon kautta. Mittaus tehdään yhdellä sähkövirran taajuudella, jolloin laite mittaa pääsääntöisesti solun ulkoista nestettä. (14.) Koska mittauspisteet ovat vain käsissä, käytännössä sähkövirta kulkee vain ylävartalossa. Arvio koko kehon rasvaprosentista tehdään sen perusteella. Jos ylävartalossa on paljon rasvaa esimerkiksi rinnoissa, kehon rasvaprosentti voi olla tällä mittarilla korkeampi kuin sellaisella mittarilla, joka ottaa mittauksia myös jaloista. Myös väärä mittaus-tapa, eli käsien laittaminen kiinni vartaloon, vääristää tulosta, kun sähkö kulkee paremmin rintakehän läpi.

Kehon sähkövastusta enemmän tulokseen vaikuttavat kuitenkin laitteeseen ase-tetut tiedot koehenkilöstä. Niiden perusteella laite hakee ennusteyhtälöiden pe-rusteella sopivan rasvaprosentin ja muokkaa tulosta hieman sähkömittauksen tu-loksella. Tämän laitteen tuloksiin vaikuttavat myös mittausolosuhteet eli nesteen määrä kehossa.



KUVA 5. Omron BF306 (28.)

3.2.3 Omron BF510

Kehonkoostumusmittari BF510 antaa mittausarvot neljän pisteen mittausmekaniikalla käsistä ja jaloista (kuva 6). Mittaustuloksina saadaan kehon paino, painoindeksi, rasvaprosentti, sisäelinten ympärillä olevan rasvan määrä ja luustolihasprosentti. (21.)

BF510 arvioi kehon rasvaprocentin bioimpedanssimenetelmällä. Se lähettää kehon läpi erittäin heikon sähkövirran, 50 kHz ja alle 500 μ A, rasvakudoksen määrän laskemista varten. Tämä ei tunnu kehossa mitenkään käytön aikana. (21.) Kehonkoostumuksen määrittämistä varten mittari käyttää sähköistä impedanssia sekä pituus-, paino-, ikä- ja sukupuolitietoja (20).



KUVA 6. Omron BF510 (29.)

4 MITTAAMISEN LAATU

Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista (1505/1994) asettaa sekä valmistajaa että käyttäjää koskevat vaatimukset. Suomessa markkinoille saa tuoda ja ottaa käyttöön vain vaatimukset täyttäviä terveydenhuollon laitteita ja tarvikkeita. Ennen tuotteen markkinoille saattamista valmistajan on näytettävä toteen sen turvallisuus, käyttötarkoitukseen sopivuus ja suorituskyky. Ammattimaisten käyttäjien velvollisuus on huolehtia käytössään olevien laitteiden toimintakunnosta, käyttöohjeiden saatavuudesta, käyttökoulutuksesta, tuotteiden jäljitettävyyden varmistamisesta sekä menettelyjen oikeellisuudesta. (22.)

Laadunhallinta ja laatujärjestelmät ovat terveydenhuollossa tänä päivänä merkittävässä roolissa. Hyvin rakennettu laatujärjestelmä tukee käytännön työtä ja on samalla työkalu toiminnan kehittämisessä. (23, s. 7.) ODL-konsernille on myönnetty ISO 9001:2008 -laatusertifikaatti, joka osoittaa ODL-konsernin toiminnan täyttävän kyseisen laadunhallintajärjestelmästandardin vaatimukset (24). ISO 9001:2008 -standardi määrittelee laatujärjestelmän vaatimukset, jotka koskevat organisaation toimintaa asiakastyytyvyyden takaamiseksi lainsäädäntöä vastaavien tuotteiden ja palveluiden tarjoamisessa (25).

Laatujärjestelmän määritellään olevan laadunhallinnassa tarvittavien organisaatorakenteiden, menettelyjen, prosessien ja resurssien muodostama järjestelmä (SFS-EN ISO 8402). Jos mittaukset sisältyvät laatujärjestelmän kattamiin toimintoihin, on mittalaitteiden toiminnan varmistaminen välttämätöntä. Se voidaan toteuttaa suorittamalla vertailuja mittanormaaleihin sekä järjestämällä vertailumittauksia sopiviin standardeihin tai vertailumateriaaleihin. Tällä varmistetaan mittauksen luotettavuus. (23, s. 7.)

Mittalaitteen luotettavuus koostuu mittarin validiteetista ja reliabiliteetista. Validiteetti tarkoittaa, missä määrin mittari mittaa sitä, mitä sen ajatellaan mitattavan. Validilta mittarilta edellytetään, että se kuvaa mahdollisimman hyvin eli harhattomasti sitä ilmiötä, jota halutaan mitata. Mittarin heikosta validiteetista johtuva mit-

tausvirhe on systemaattinen. Yksittäisen mittarin hyvä validiteetti on välttämätöntä tutkimuksen kokonaisvaliditeetin kannalta. Reliabiliteetti puolestaan ilmaisee luotettavuutta ja pysyvyyttä. Luotettava mittaus tarkoittaa sovitun mukaista mittauksen toteutusta. Luotettavan mittauksen tuloksiin eivät vaikuta mittaamisen satunnaiset tekijät kuten mittaaja ja mittausolosuhteet. Mittauksen epäluotettavuus aiheutuu mittaustapahtumaan liittyvistä satunnaisista häiriöistä ja vaihteiluista. Mittaus on luotettavaa, jos samasta aineistosta suoritetut mittaukset antavat eri mittauskerroilla ja eri mittaajien suorittamana samat tulokset. (26.)

Kaikkeen mittaamiseen liittyen tulee pyrkiä määrittämään käytettävän menetelmän tarkkuus ja menetelmän käyttöön liittyvä mittausepävarmuus. Mittausepävarmuus sisältää eri tekijöiden mittaustulokseen vaikuttavat virheet. Mittaustulokseen vaikuttavia tekijöitä ovat mittaaja, mitattava henkilö, menetelmä, ympäristö sekä mittalaitteen tarkkuus ja soveltuvuus. (23, s. 8.)

Mittalaitteen toiminta voidaan varmistaa kalibroimalla. Kalibrointi käsittää toimenpiteet, joiden avulla määritetyissä olosuhteissa saadaan mittauslaitteen tai mittausjärjestelmän näyttämien tai kiintomittan tai vertailuaineen edustamien suureiden arvojen ja vastaavien mittanormaaleilla eli standardeilla toteutettujen arvojen välinen yhteys. (23, s. 10.)

5 TUTKIMUSAINEISTO

Opinnäytetyön tutkimusaineisto muodostuu ODL Liikuntaklinikalla tehdyistä rasvaprosentin mittauksista, joita tehtiin marraskuussa 2009 vapaaehtoisille koehenkilöille. Koehenkilöiksi haluttiin urheilijoita, normaalipainoisia sekä ylipainoisia henkilöitä. Koehenkilöitä oli yhteensä 63. Miehiä oli 20 ja naisia 43. Ennen varsinaista mittausta koehenkilöiden tiedot kirjattiin ylös: nimi, ikä, pituus ja paino. Heidän keski-ikänsä oli tuolloin 38,8 vuotta, miehillä 37,2 vuotta ja naisilla 39,6 vuotta. Koko ryhmän painoindeksin (BMI) keskiarvo oli 25,69, miehillä 26,51 ja naisilla 24,94 (taulukot 1 ja 2).

TAULUKKO 1. Koko ryhmän tiedot, keskiarvot ja keskihajonnat

	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Ikä	10	68	38,8	13,8
Pituus (cm)	148	190	168,5	8,9
Paino (kg)	44,1	104,2	72,5	14,5
BMI	17,9	40,6	25,7	4,5

TAULUKKO 2. Miesten ja naisten tiedot, keskiarvot ja keskihajonnat

Sukupuoli		Min	Max	Mean	Std. Deviation
Mies	Ikä	17	56	37,2	13,3
	Pituus (cm)	165	190	178	5,9
	Paino (kg)	65,9	101,4	83,9	10,7
	BMI	20,5	34,6	26,5	3,5
Nainen	Ikä	10	68	39,6	14,1
	Pituus (cm)	148	177	164	6,0
	Paino (kg)	44,1	104,2	67,1	13,3
	BMI	17,9	39	25	4,3

6 TUTKIMUSTULOKSET

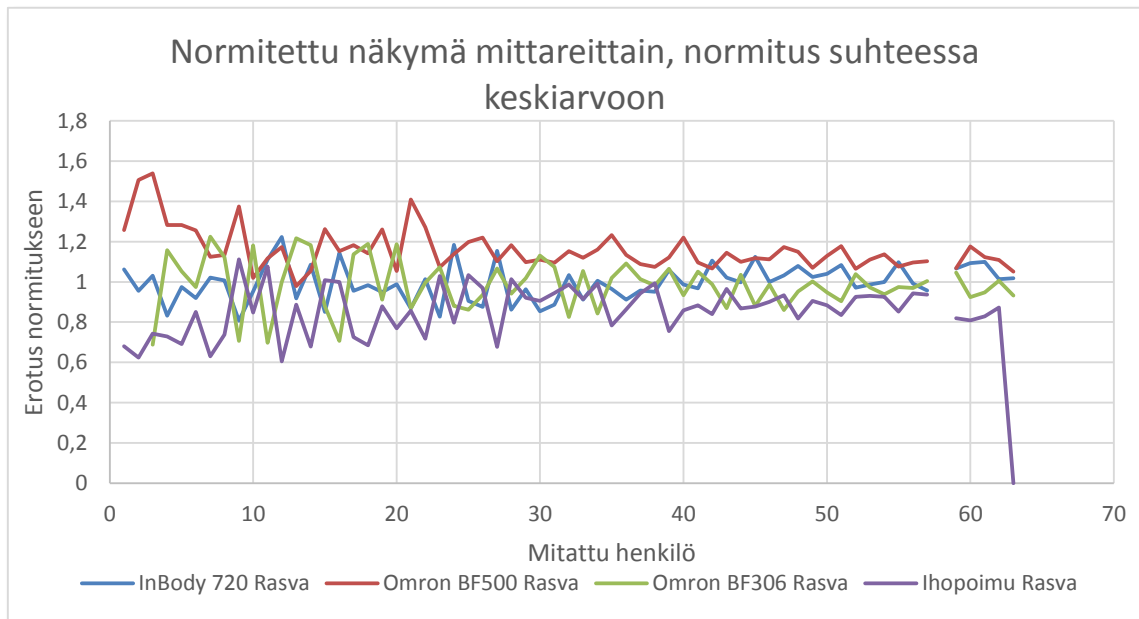
Tässä työssä tehdyillä mittauksilla haettiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Antavatko mittarit keskenään samanlaisia tuloksia? Onko mittareiden tuloksissa eroja painoindeksin, sukupuolen tai iän perusteella? Mikä on kaikkein luotettavin mittari asiakaskäyttöön?

Koehenkilöt mitattiin yksi kerrallaan kaikilla neljällä eri mittalaitteella peräkkäin. Tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan (Liite 1) ja koehenkilöille annettiin mittaus-
ten jälkeen palautetta mittaustuloksista.

Mitattuja tuloksia analysoitiin Excel-taulukko-ohjelman avulla. Suurin rasvaprosentti 52,8 % mitattiin Omron BF510 -mittarilla. Tämän koehenkilön mittauksessa ihopoimumittarin taulukko loppui kesken, eikä mittaustulosta saatu koehenkilölle. Pienin rasvaprosentti 5,9 % mitattiin ihopoimumittarilla. Tämän koehenkilön mittauksen tuloksena Omron BF306 näytti E4-koodin ja manuaalista selvisi, että laitteen mittausalue ei riittänyt näin matalaan arvoon.

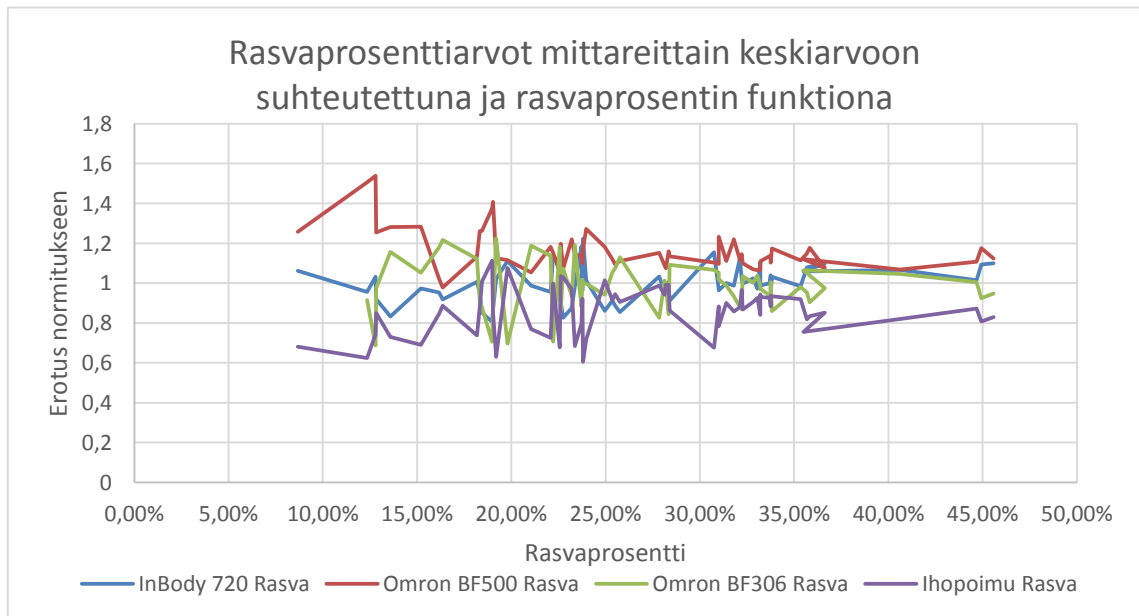
6.1 Mittareiden tulosten vertailua

Kuvassa 7 on verrattu eri mittareiden mittaustuloksia kaikkien mittareiden keskiarvoon, jokaisen koehenkilön arvot erikseen. Mittaustulokset on normitettu siten, että normituksen jälkeen keskiarvo vastaa lukua 1 ja muut mittaustulokset on suhteutettu siihen. Kuvassa koehenkilöiden tulokset on järjestetty pienimmästä rasvaprosentista suurimpaan. Suurin vaihtelu eri mittareiden kesken on pienillä rasvaprosenttiarvoilla. Tämä selittyy sillä, että suhteellinen virhe on suurempi, kun jakajana oleva rasvaprosentti on pienempi.



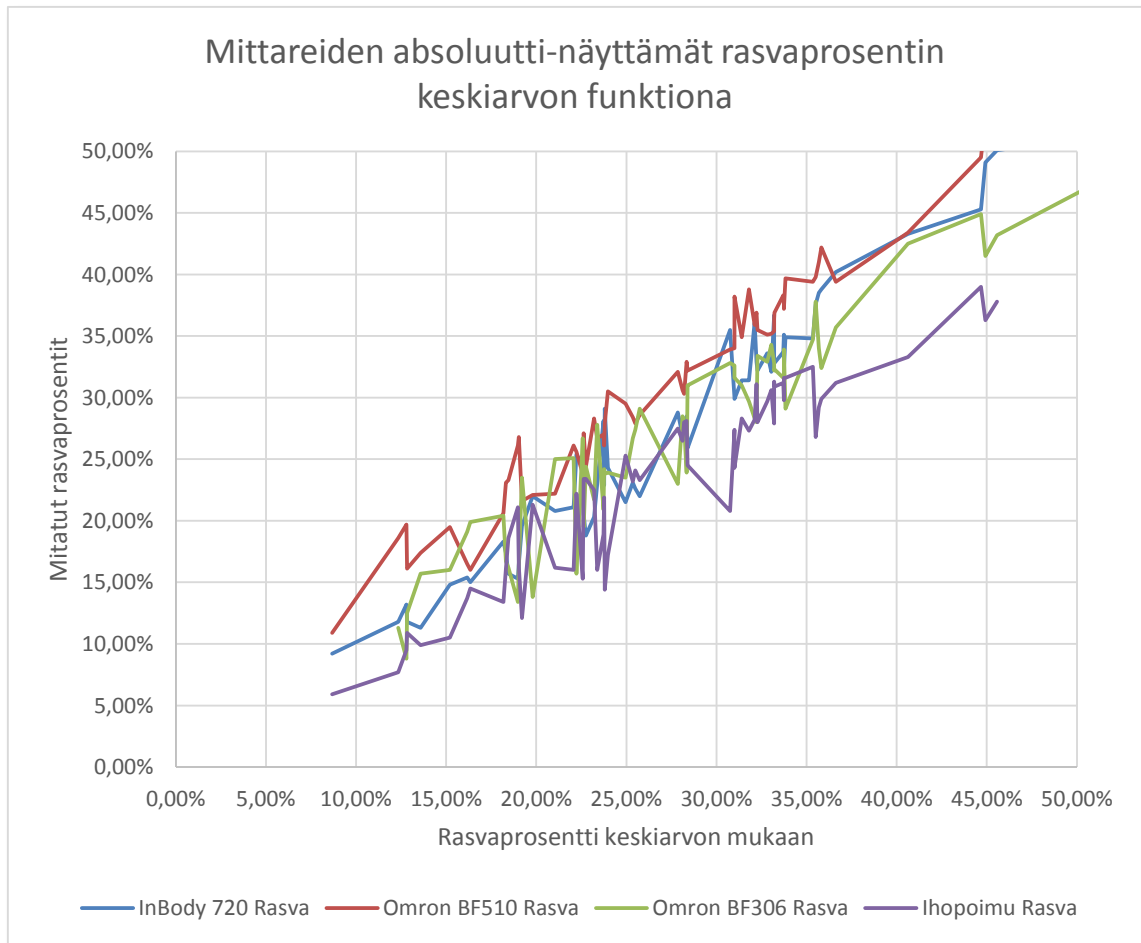
KUVA 7. Normitettu näkymä mittareittain, normitus suhteessa keskiarvoon

Kuvasta 8 voidaan nähdä, että InBody 720:n tulokset menevät lähimpänä keskiarvolinjaa läpi koko rasvaprozenttialueen. Omron BF306:n tulokset kulkevat myös lähellä keskiarvolinjaa. Omron BF510 näyttää alimmilla prosenttilukemilla suurimpia lukemia ja ihopoimumittari pienimpiä lukemia. Ihopoimumittarin tulokset ovat koko alueella noin 10 % alempana kuin muiden laitteiden tulokset.



KUVA 8. Rasvaprosenttiarvot mittareittain keskiarvoon suhteutettuna ja rasvaprocentin funktiona

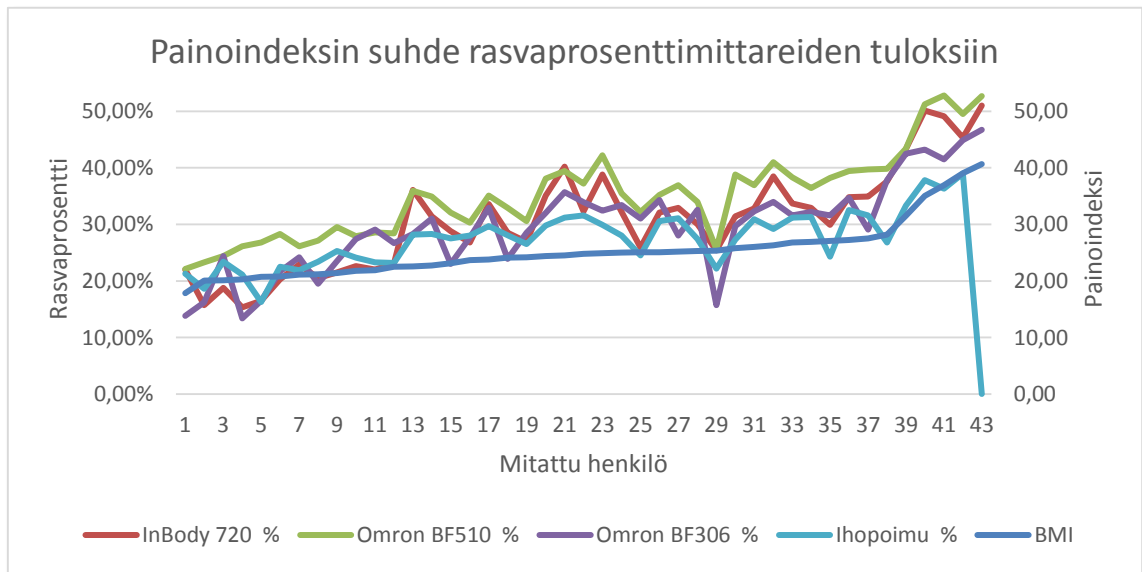
Kuva 9 vahvistaa kuvasta 8 tehtyjä havaintoja. Kuvassa 9 mitattuja rasvaprosenttilukemia on verrattu jokaisen koehenkilön kaikkien mittaustulosten keskiarvoon. Tästä nähdään vielä selkeämmin, miten InBody 720:n tulokset menevät keskilinjaa läpi koko alueen, kun taas Omron BF510 antaa keskimäärin suurimpia lukemia.



KUVA 9. Mittareiden absoluutti-näyttämät rasvaprosentin keskiarvon funktiona

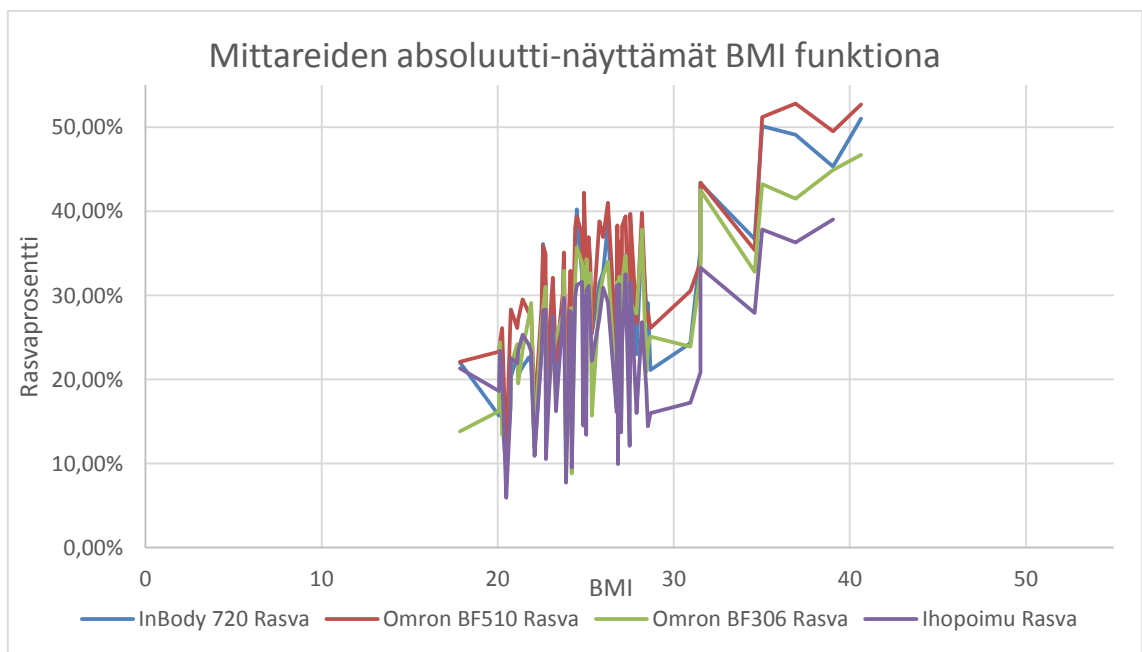
6.2 Painoindeksin vaikutus mittaustuloksiin

Kuvasta 10 nähdään, että painoindeksin kasvaessa lineaarisesti rasvaprosenttia mittaavat laitteet antavat tulokseksi jokseenkin vertailukelpoisen lukeman painoindeksiin nähden, vaikka painoindeksi on lukemaltaan keskimäärin rasvaprosenttia pienempi. Kuvassa 8 näkyvät suhteellisen virheen suuret arvot pienillä rasvaprosenttialueilla näkyvät kuvassa 10 absoluuttitasolla samansuuruisina koko välillä.



KUVA 10. Painoindeksin suhde rasvaprosenttimittareiden tuloksiin

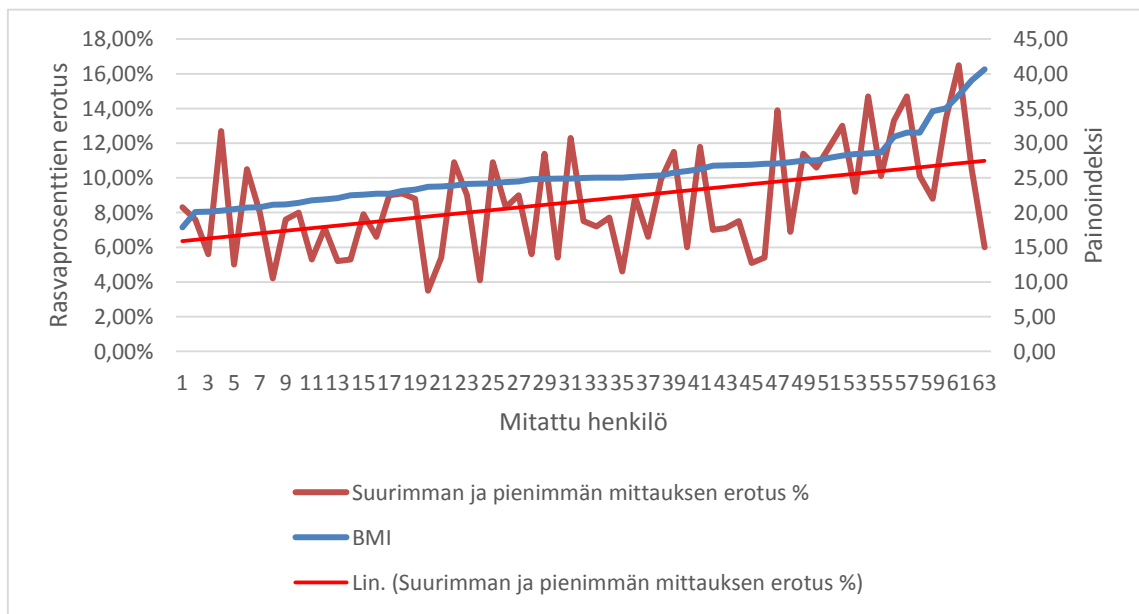
Painoindeksi on helppo laskea ja se on tarkemmin ja varmemmin mitattava suure kuin rasvaprosentti, koska paino ja pituus ovat tarkkoja määrittää. Painoindeksin mittausvirhe jää täten pieneksi. Kuvasta 11 nähdään, että vaikka painoindeksi pysyy samana, voidaan mittareilla saada suuriakin vaihteluita rasvaprosenttilukemiin. Vaihtelu lisääntyy etenkin, kun painoindeksi lähestyy lukemaa 30 tai menee sen yli.



KUVA 11. Mittareiden absoluutti-näyttämät painoindeksin funktiona

Systemaattiseen virheeseen ei vaikuta, onko ylipainoinen vai urheilullinen, sillä vaihtelu on suhteellista mitattuun suureeseen nähden.

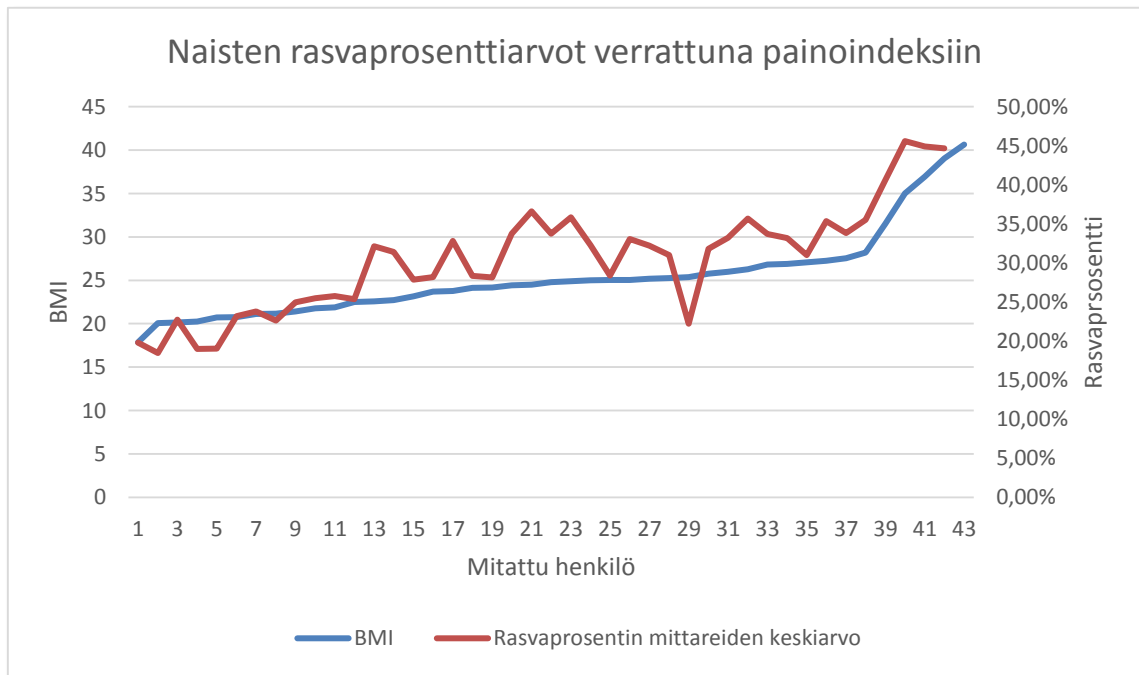
Kuvasta 12 voidaan nähdä mittaustulosten suhteellisen virheen korrelaatio painoindeksiin. Mittareiden suurimman ja pienimmän mittauksen erotus kasvaa systemaattisesti ja lineaarisesti suhteessa painoindeksiin. Mittaustulosten kesken on epätarkkuutta, jota voidaan mitata esimerkiksi pienimmän mittaustuloksen ja suurimman tuloksen erona. Tätä tulosta voidaan tarkastella ja suhteuttaa se painoindeksiin. Mittareiden keskimääräisellä virheellä on suhde painoindeksiin, eli mittausrvirheenä on prosentuaalinen ja lineaarinen epätarkkuus.



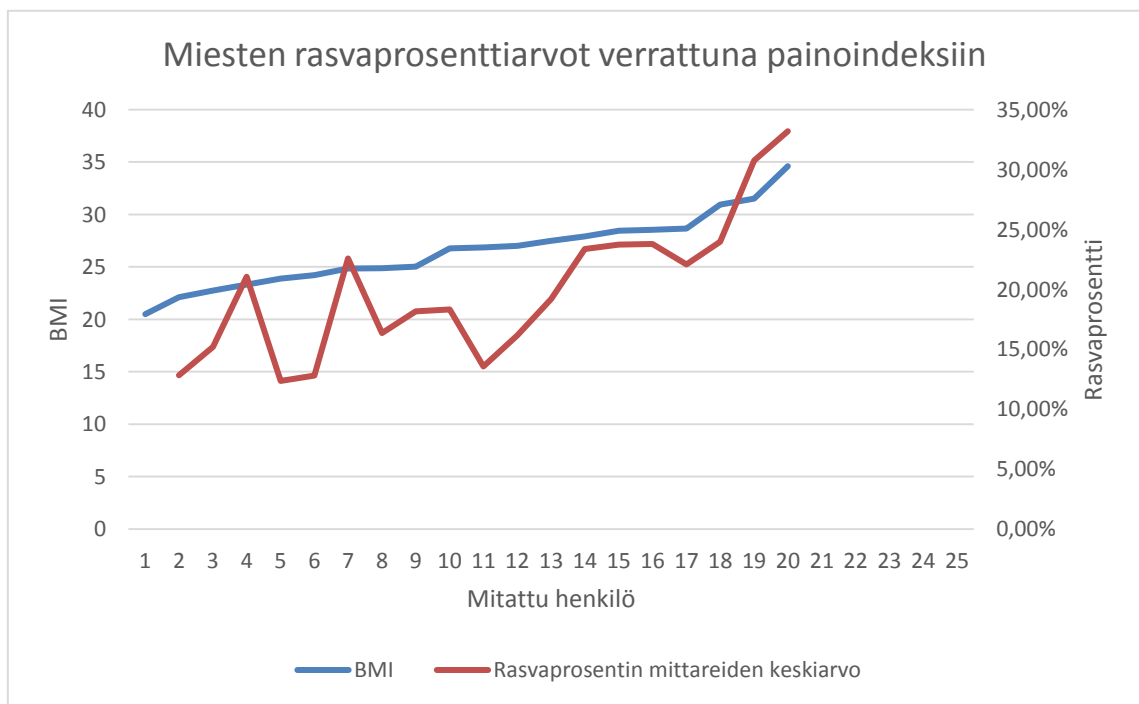
KUVA 12. Mittaustulosten suhteellisen virheen korrelaatio painoindeksiin

6.3 Sukupuolen vaikutus mittaustuloksiin

Naisten mittaustulokset ovat lähes järjestelmällisesti painoindeksin yläpuolella ja miesten mittaustulokset taas painoindeksin alapuolella (kuvat 13 ja 14). Tämä johtune siitä, että miehillä on tavallisesti enemmän lihasta ja naisilla on luonnostaan rasvaa noin 10 prosenttia enemmän kuin miehillä.



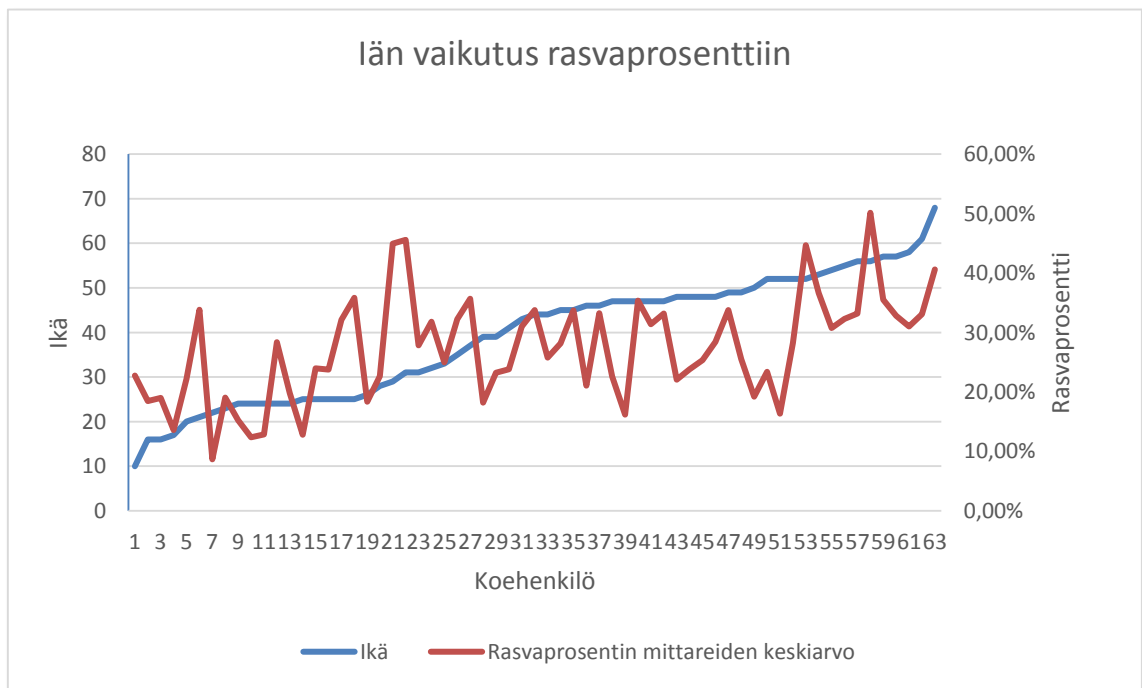
KUVA 13. Naisten mittaustulokset verrattuna painoindeksiin



KUVA 14. Miesten mittaustulokset verrattuna painoindeksiin

6.4 Iän vaikutus mittaustuloksiin

Iän vaikutus ihmisen rasvaprosenttiin on ilmeinen. Mittareiden epävarmuus pysyy samana iästä riippumatta. Rasvaprosentti mitatuilla henkilöillä nousi 50 vuodessa noin 20 % (kuva 15).



KUVA 15. Iän vaikutus rasvaprosenttiin

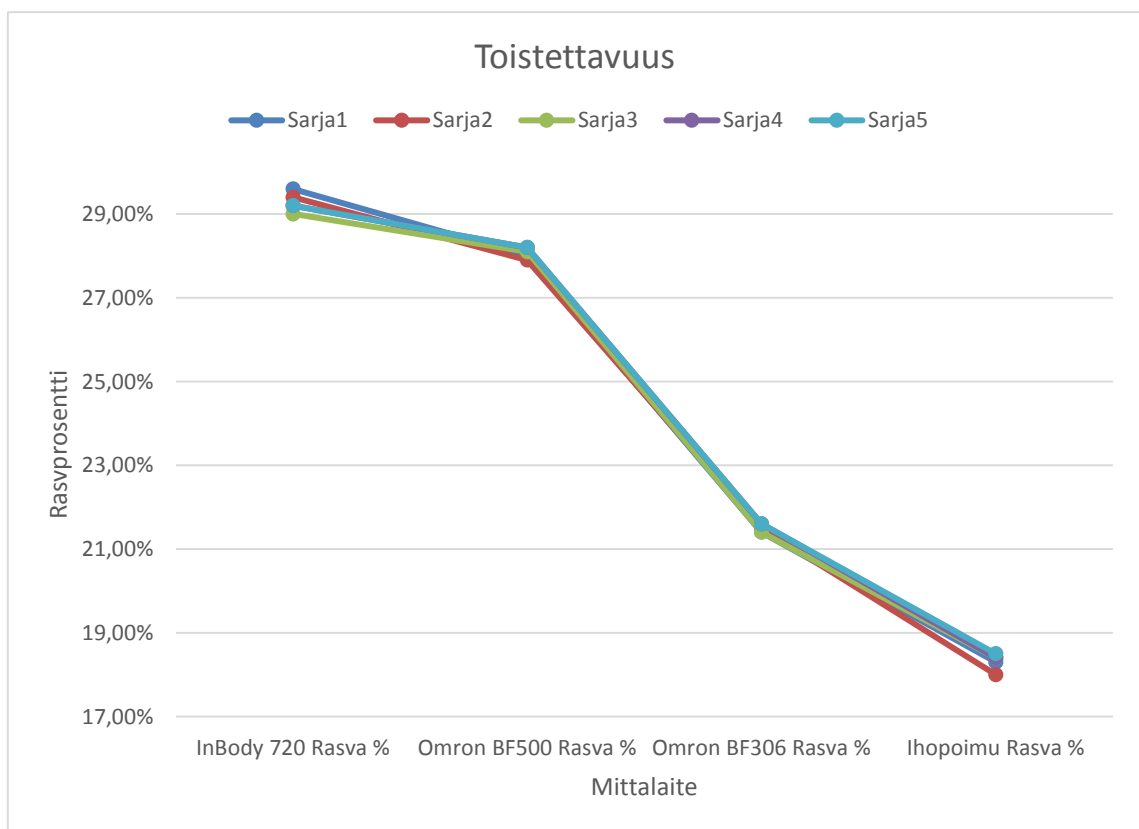
6.5 Toistettavuusmittaus

Toistettavuus viittaa mittaajan tai mittarin kykyyn toistaa tehty mittaus. Se on yksi tieteellisen menetelmän pääperiaatteista ja riippuvainen mittaolosuhteiden yhtäläisistä pysymisestä. Menetelmän tarkoituksena on analysoida mittaussuhteita, järjestelmän tai prosessin kyvykkyyttä. Koe tehdään toistamalla sama mittaus useamman kerran ja kirjaamalla mittauksen tulos.

Mittauksen toistettavuus on samalla ihmisellä melko hyvä. Jos vakioituissa olosuhteissa ensin saa rasvaprosentiksi 10 % ja seuraavalla mittauksella 13 %, niin keskimäärin yli 90 prosentin varmuudella näin on tapahtunut, riippumatta mitattavasta. Eli vaikka ei absoluuttisen oikeaa lukemaa saadakaan ja ihmisten vertailu on vaikeaa, niin tulos rasvaprosentin muutoksista voi olla melko lähellä

oikeaa. Käytännössä kuitenkin harvoin alle 2 prosenttiyksikön muutokset vielä kertovat muusta kuin mittauksen virhemarginaalista. Tämä tarkoittaa sitä, että mittaukset kannattaa toistaa useasti.

Yhdelle koehenkilölle tehtiin toistettavuusmittaus. Mittauskierroksia tehtiin viisi siten, että jokaisella kierroksella mitattiin kaikilla neljällä mittalaitteella peräkkäin. Mittaukset on tehty peräkkäin niin lyhyellä aikavälillä, että rasvaprosentti ei ole voinut muuttua mittausten välissä. Mittausten tuloksista voidaan päätellä, että mittareiden välillä on suuria heittoa, mutta ne antavat toistettavia tuloksia (kuva 16). Yhdellä mittarilla saadaan siis vähän heittelyä yhdelle koehenkilölle, mutta kun koehenkilö vaihtuu ja kehon ominaisuudet vaihtuvat samalla, niin eri tekniikka korostaa eri ominaisuuksia ja se näkyy tulosten heittelynä.



KUVA 16. Toistettavuusmittaus eri mittareiden välillä viidellä mittauskierroksella, yhden koehenkilön osalta

6.6 Yhteenveto tuloksista

Tutkimuksen mukaan rasvaprosenttia mittaavien laitteiden mittaustuloksissa on suuriakin eroja, mutta ne antavat toistettavia tuloksia. InBody 720:n tulokset menevät lähimpänä keskiarvolinjaa läpi koko rasvaprosenttialueen. Omron BF306:n tulokset kulkevat myös lähellä keskiarvolinjaa. Omron BF510 näyttää alimmilla prosenttilukemilla suurimpia lukemia ja ihopoimiumittari pienimpiä lukemia. Ihopoimiumittarin tulokset ovat koko alueella noin 10 % alempana kuin muiden laitteiden tulokset. Tämä voi selittyä sillä, että ihopoimujen summan muuntamisessa rasvaprosentiksi, käytettiin liitteissä 4 ja 5 olevia muuntotaulukkoja. Nämä taulukot ovat yleisesti käytössä suomalaisilla testiasemilla, myös ODL Liikuntaklinikalla, erityisesti urheilijoiden testaamisessa. Jos olisi käytetty liitteissä 2 ja 3 olevia taulukkoja lukemat eivät olisi olleet niin pieniä etenkin yli 30 vuotiailla koehenkilöillä.

Rasvaprosenttia mittaavat laitteet antavat yleensä tulokseksi jokseenkin vertailukelpoisen lukeman painoindeksiin nähden. Kun painoindeksi lähestyy lukemaa 30 tai menee sen yli, voidaan mittareilla silti saada suuriakin vaihteluita rasvaprosenttilukemiin.

Mittareiden epävarmuus pysyy samana sukupuolesta tai iästä riippumatta. Naisien mittaustulokset ovat lähes järjestelmällisesti painoindeksin yläpuolella ja miesten mittaustulokset taas painoindeksin alapuolella. Tämä johtunee siitä että miehillä on tavallisesti enemmän lihasta ja naisilla on luonnostaan rasvaa noin 10 prosenttia enemmän kuin miehillä. Rasvaprosentti mitatuilla henkilöillä nousi 50 vuodessa noin 20 %.

Näiden mittausten perusteella InBody 720 ja Omron BF306 voidaan siis nostaa luotettavimmiksi mittareiksi. Absoluuttinen tarkkuus vaikuttaisi olevan luotettavin edellä mainituilla mittareilla. Mikä tahansa käytetyistä mittareista antaa kuitenkin toistettavia mittaustuloksia, joten tärkeintä on että rasvaprosenttia mitataan aina samalla mittarilla, jolloin henkilön rasvaprosentin pidemmän aikavälin muutokset ovat luotettavasti havaittavissa.

7 POHDINTA

Opinnäytetyössä havaittiin, että tällä tutkimusaineistolla rasvaprosenttia mittavista laitteista ei voi nostaa esille ainoastaan yhtä mittaria, joka olisi osoittautunut kiistatta käyttökelpoisimmaksi kaikille asiakkaille, vaan tärkeintä on että mitataan aina samalla mittarilla.

Asiakas ei näe itse rasvaprosenttiaan kuin peilin kautta tai tunnustelemalla, joten näkyvimmän rasvan mittaus on parasta tehdä ihopoimumittarilla, mutta saattaa olla tapauksia, joissa näkyvä rasva ei ole merkittävä, vaan on keskittyttävä viskeeraaliseen rasvaan. Tällaisessa tapauksessa bioimpedanssimittaus on parempi tapa. Lisäarvoa tulosten tarkasteluun saattaa antaa myös miellyttävä graafinen ulkonäkö, jolloin valinta kohdistuu InBody 720 -mittalaitteeseen. Kotikäyttöön tai satunnaiseen käyttöön Omron BF306 antaa vähintäänkin riittävästi tietoa. Tärkeintä on, että tuloksia mitataan aina samalla mittarilla, jolloin muutos asiakkaan rasvaprosentissa saadaan havaittua varmimmin.

Bioimpedanssi näyttäisi antavan ihopoimumittauksia isompia arvoja tutkimuksissa, joissa on ollut sekä urheilijoita että tavallisia ihmisiä. Eroja syntyy myös siitä, kuinka monesta pisteestä laite mittaa kehoa. Seisomavaivat mittaavat rasvaa usein vain jalkojen kautta, jolloin sähkövirta kulkee jalasta jalkaan. Tällöin pyöreäkin ihminen voi saada melko alhaisen rasvaprosentin. Jos mittaus tehdään käsissä puristettavan bioimpedanssilaitteen kautta, sähkövirta kulkee kädestä käteen ja laite saattaa antaa isorintaiselle naiselle korkeamman prosentin kuin laite, joka mittaa rasvan koko kehosta.

Eräs sekoittava tekijä on useisiin bioimpedanssivaakoihin asennetut ennusteyhtälöt, jotka on saatu mittaamalla suurelta ihmisjoukolta kehonkoostumus ja vertaamalla sitä referenssimenetelmään. Kun laitteeseen syötetään mitattavan ikä, sukupuoli, paino ja pituus, se vertaa tietoja ennusteyhtälöihin, ottaa mukaan mitatun kehon bioimpedanssin ja kertoo niiden avulla rasvaprosentin. Jos siis sama ihminen syöttää laitteeseen ensin iäksi 30 ja sitten 40, hän saa eri rasvaprosentin,

vaikka kehon koostumus on täysin sama molemmilla mittauskerroilla. Tästä joh-
tuen näiden mittareiden tuloksia ei voi vertailla keskenään. Samaakin mittaria
käytettäessä olosuhteiden on oltava aina samat.

Kehon koostumuksen arviointia voidaan käyttää hyvin monenlaisissa tilanteissa,
aina kliinisistä tutkimuksista urheilijoiden kehitystason arviointiin. Erilaisia mene-
telmiä on paljon, mutta ihmiskehon koostumusta ei pystytä edelleenkään mittaa-
maan täydellisen tarkasti. Kaikki kehonkoostumusmittaukset ovat enemmän tai
vähemmän arvioita. Yksikään mittausmenetelmä ei absoluuttisesti mittaa rasvan
määrää kehossa, vaan tulos perustuu aina arvioon. Kehon rasvaprosentti on aina
suhteellinen käsite, sillä vaikka kehon rasvan määrä pysyisi samana mutta lihas-
massaa tulisi lisää, niin rasvaprosentti pienenee.

Tarkemmat mittalaitteet antavat hieman luotettavampaa tietoa kuin yksinkertaiset
menetelmät, mutta niillä mittaaminen on aikaa vievää ja kallista. Ihopoimumit-
taukset ovat käytännöllinen tapa mitata ihonalaisen rasvan määrää. Kun tarkoi-
tuksena on kasvattaa lihasmassaa, voi olla hyvä mitata ihopoimumittauksen li-
säksi eri kehonosien ympärysmittat. Tämä antaa vielä tarkempaa tietoa ihonalai-
sen rasvan muutoksista. Nimittäin kun lihakset kasvavat, niin samalla ihonalainen
rasva jakaantuu suuremmalle alueelle ja näin ihopoimumittaustuloksen mukaan
rasvan määrä olisi vähentynyt. Absoluuttisesti näin ei kuitenkaan välttämättä ole
tapahtunut. Ihopoimumittaukset ovat kuitenkin tavallaan suora menetelmä mitat-
taessa ihonalaisen rasvan määrää ja näin ollen helppokäyttöisyyden takia melko
hyvä mittausmenetelmä.

Menetelmän ja mittalaitteen valinnassa pitää aina huomioida mitattavan henkilön
tavoitteet ja mittauksen tarkoitus sekä käytettävissä olevat resurssit. On äärim-
mäisen tärkeää tehdä seuranta samalla menetelmällä, samalla laitteella ja vaki-
oidusti. Näin muutosta voi seurata jo kohtalaisen luotettavasti.

LÄHTEET

1. Keskinen, Kari L. – Häkkinen, Keijo – Kallinen, Mauri 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.
2. Rasvaprosentti. 2016. Painoindeksi.fi. Saatavissa: <http://www.painoindeksi.fi/rasvaprosentti>. Hakupäivä 2.5.2016.
3. Rasvakudos. 2016. Suomen virtuaaliyliopisto. Saatavissa: <http://www.solunetti.fi/fi/histologia/rasvakudos/>. Hakupäivä 2.5.2016.
4. Kershaw, E. - Flier, J. 2004. Adipose Tissue as an Endocrine Organ. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 89 (6), 2548–2556. Saatavissa: <http://jcem.endojournals.org/content/89/6/2548.full.pdf+html>. Hakupäivä 14.5.2016.
5. Marieb, E - Hoehn, K. 2008. Anatomy & physiology, 3rd Edition. New York: Pearson.
6. Tulosten tulkinta. 2016. Mega Elekroniikka Oy. Saatavissa: <http://www.inbody.fi/tulosten-tulkinta/>. Hakupäivä 14.5.2016.
7. Pietiläinen, Kirsi - Mustajoki, Pertti - Borg, Patrik 2015. Lihavuus. Helsinki: Kustannus oy Duodecim.
8. Mikat, R. P. 2007. Total-body pressure mapping for the assessment of body composition. Journal of Exercise Physiologyonline, Volume 10 Number 1 February. Saatavissa: <https://www.asep.org/asep/asep/MikatFeb2007.pdf>. Hakupäivä 14.5.2016.
9. 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. Jyväskylä: University of Jyväskylä. Liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta. Pro Gradu –tutkielma. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/26498>. Hakupäivä 14.5.2016.

10. American College of Sport Medicine. 2009. ACSM` s Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 8th edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
11. InBody 720 User`s Manual. 2004. Korea: Biospace Co., Ltd.
12. Laakso, Mia 2014. Kehon koostumuksen mittaaminen eri menetelmillä – Laakso. Lihastohtori. Saatavissa: <https://lihastoh-tori.wordpress.com/2014/10/23/kehon-koostumuksen-mittaaminen-laakso/>. Hakupäivä 14.5.2016.
13. Moon, J. R. - Stout, J. R. - Smith-Ryan, A. E. - Kendall, K. L. - Fukuda, D. H. - JT Cramer, J. T. - Moon, S. E. 2013. Tracking fat-free mass changes in elderly men and women using single-frequency bioimpedance and dual-en-ergy X-ray absorptiometry: a four-compartment model comparison. Euro-pean Journal of Clinical Nutrition (2013) 67.
14. Sievänen, Harri 2014. Eri mittaustavoilla samalle ihmiselle jopa 12 prosentin ero. 2014. Helsingin Sanomat 5.6.2014. Saatavissa: <http://www.hs.fi/hyvin-vointi/a1401857844613>. Hakupäivä 14.5.2016.
15. Magneettikuvaus. 2016. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipe-dia.org/wiki/Magneettikuvaus>. Hakupäivä 14.5.2016.
16. Kiviluoto, Liisa 2007. Magneettikuvaus, ultraääni ja ihopoimumittaus ihonalaisen rasvakudoksen mittareina. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Lii-kuntabiologian laitos. Kandidaatin tutkielma. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/25532/kivi-luoto%20liisa%20kevat%202007.pdf?sequence=1>. Hakupäivä 14.5.2016.
17. Ultraääni. 2016. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipe-dia.org/wiki/Ultra%C3%A4%C3%A4ni>. Hakupäivä 14.5.2016.
18. McArdle, W. - Katch, F. - Katch, V. 2006. Exercise Physiology, Energy, Nu-trition and Human Performance, 6th edition. USA: Lippincott Williams & Wil-kins.

19. InBody720. 2016. Mega Elektroniikka Oy. Saatavissa: <http://www.inbody.fi/tuotteet/inbody720/>. Hakupäivä 14.5.2016.
20. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. 1996. American Journal of Clinical Nutrition. Sep 1996; 64.
21. Omron BF510 Instruction Manual. 2016. Japan: Omron Healthcare Co., Ltd.
22. Terveysthuollon laitteet ja tarvikkeet. 2015. Valvira. Saatavissa: https://www.valvira.fi/.../Terveysthuollon_laitteet_ja_tarvikkeet.pdf. Hakupäivä 29.5.2016.
23. Knuutila, J. – Kylmä, K. – Liukko, M. - Pommelin, P. 1999. Suuntaviivoja terveydenhuollon laitteiden kalibroinnille. Terveysthuollon laadunhallinta. Lääkelaitoksen julkaisusarja 2/1999. Saatavissa: https://www.valvira.fi/documents/14444/50159/LH-1999-2_terveydenhuollon_laitteiden_kalibrointi.pdf. Hakupäivä 15.5.2016.
24. Organisaation esittely. 2016. ODL. Saatavissa: <http://www.odl.fi/oulun-diakonissalaitos/organisaation-esittely/>. Hakupäivä 15.5.2016.
25. ISO 9001:2008. 2016. International Organization for Standardization. Saatavissa: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=46486. Hakupäivä 15.5.2016.
26. Mittaaminen. 2016. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Mittaaminen>. Hakupäivä 15.5.2016.
27. Dual-energy X-ray absorptiometry. 2016. Wikipedia. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Dual-energy_X-ray_absorptiometry. Hakupäivä 20.5.2016.
28. BF510 Kehonkoostumusmittari. 2016. Berner Oy. Saatavissa: <http://www.omaomron.fi/tuotteet?ryhma=Poistuneet+mal-lit+vaa%27at+ja+kehonkoostumusmittarit&tuote=BF+510+kehonkoostumusmittari&r=70.10&t=21278939>. Hakupäivä 29.5.2016.

29. BF306 Rasvamittari. 2016. Berner Oy. Saatavissa: <http://www.omaomron.fi/tuotteet?ryhma=Poistuneet+mallit+vaa%27at+ja+kehonkoostumusmitarit&tuote=BF-306+rasvamittari&r=70.10&t=18392716>. Hakupäivä 29.5.2016.

LIITTEET

Liite 1 Mittauspöytäkirja

Liite 2 Neljän ihopoimun summaa vastaavat rasvaprosenttitaulukot

MITTAUSPÖYTÄKIRJA
KEHONKOOSTUMUSMITTAUKSET
9.-10.11.2009

Nimi: _____

Ikä: _____

Pituus: _____

Paino: _____

Bioimpedanssimittaukset

Mittalaite	Rasvaprocentti	BMI
InBody 720	%	
Omron BF510	%	
Omron BF306	%	

Ihopoimumittaus

Olkavarren etupinta (biceps)	mm
Olkavarren takapinta (triceps)	mm
Lapaluun kärki (subscapularis)	mm
Suoliluun harjanne (suprailiaca)	mm
Ihopoimujen summa	mm
Rasvaprocentti	%

Rasvaprocentti miehillä eri ikäryhmissä

(Durnin & Womersley 1974)

	ikä				summa	ikä			
	17-29	30-39	40-49	>50		17-29	30-39	40-49	>50
summa (mm)					summa (mm)				
15	4.8				100	28	29	34	38
20	8.1	12.5	12.5	13.5	102	28	29	35	38
22	9.0	13.1	13.5	14.5	104	28	29	35	38
24	9.9	13.8	14.5	15.6	106	28	30	35	39
26	10.8	14.5	15.4	16.6	108	28	30	36	39
28	11.6	15.1	16.3	17.6	110	29	30	36	39
30	12.4	15.7	17.2	18.5	112	29	30	36	39
32	13.2	16.3	18.0	19.4	114	29	30	36	39
34	14.0	16.9	18.8	20	116	29	30	36	40
36	14.7	17.5	20	21	118	30	31	37	40
38	15.4	18.1	20	22	120	30	31	37	40
40	16.1	18.6	21	23	122	30	31	37	40
42	16.7	19.2	22	24	124	30	31	37	41
44	17.4	20	23	24	126	30	31	37	41
46	18.0	20	23	25	128	30	32	38	41
48	18.6	21	24	26	130	31	32	38	41
50	19.1	21	24	27	132	31	32	38	42
52	20	22	25	27	134	31	32	38	42
54	20	22	26	28	136	31	32	38	42
56	21	23	26	28	138	31	32	39	42
58	21	23	27	29	140	32	33	39	43
60	22	23	27	30	142	32	33	39	43
62	22	24	27	30	144	32	33	39	43
64	22	24	28	31	146	32	33	40	43
66	23	24	28	31	148	32	33	40	43
68	23	25	29	31	150	33	33	40	44
70	23	25	29	32	152	33	34	40	44
72	24	25	29	32	154	33	34	40	44
74	24	26	30	33	156	33	34	41	44
76	24	26	30	33	158	33	34	41	45
78	25	26	31	33	160	34	34	41	45
80	25	27	31	34	162	34	35	41	45
82	25	27	32	34	164	34	35	41	45
84	26	27	32	35	166	34	35	42	46
86	26	27	32	35	168	34	35	42	46
88	26	28	33	36	170	35	35	42	46
90	26	28	33	36	172	35	35	42	46
92	26	28	33	36	174	35	36	42	47
94	27	28	34	36	176	35	36	43	47
96	27	29	34	37	178	35	36	43	48
98	27	29	34	37	180	36	37	43	48

Rasvaprosentti naisilla eri ikäryhmissä

(Durnin & Womersley 1974)

	ikä					ikä			
	16-29	30-39	40-49	>50		16-29	30-39	40-49	>50
summa (mm)					summa (mm)				
15	10.5				100	37	37	40	43
20	14.1	17.2	20.2	21.7	102	37	38	40	43
22	15.2	18.1	21.1	22.6	104	37	38	40	43
24	16.2	19.0	21.9	23.6	106	37	38	40	44
26	17.2	19.9	22.8	24.5	108	38	39	41	44
28	18.2	20.8	23.6	25.4	110	38	39	41	44
30	19.1	21.6	24.3	26.2	112	38	39	41	44
32	20.0	22.4	25.1	27.1	114	38	39	41	44
34	20.9	23.2	25.8	27.9	116	38	39	41	45
36	21.7	24.0	26.5	28.7	118	39	40	42	45
38	22.5	24.7	27.2	29.5	120	39	40	42	45
40	23.3	25.4	27.9	30	122	39	40	42	45
42	24.1	26.1	28.6	31	124	39	40	42	45
44	24.8	26.7	29.2	32	126	39	40	42	45
46	25.5	27.3	30	32	128	40	40	43	46
48	26.1	27.9	30	33	130	40	41	43	46
50	26.8	28.5	31	33	132	40	41	43	46
52	27.4	29.0	31	34	134	40	41	43	47
54	27.9	30	32	35	136	40	41	43	47
56	28.5	30	32	35	138	41	41	43	47
58	29.0	30	33	36	140	41	42	44	47
60	29.5	31	33	36	142	41	42	44	47
62	30	31	34	37	144	41	42	44	48
64	30	32	34	37	146	42	42	44	48
66	31	32	35	37	148	42	42	44	48
68	31	32	35	38	150	42	43	45	48
70	31	33	35	38	152	42	43	45	48
72	32	33	36	39	154	42	43	45	49
74	32	33	36	39	156	43	43	45	49
76	32	34	36	39	158	43	43	45	49
78	33	34	36	39	160	43	44	46	49
80	33	35	37	40	162	43	44	46	49
82	34	35	37	40	164	43	44	46	50
84	34	35	37	40	166	44	44	46	50
86	34	35	38	41	168	44	44	46	50
88	35	36	38	41	170	44	44	47	50
90	35	36	38	41	172	44	45	47	50
92	35	36	39	41	174	44	45	47	50
94	35	36	39	42	176		45	47	50
96	36	37	39	42	178		45	43	51
98	36	37	40	43	180		45	48	51
					182		46	48	51
					184		46	48	51
					186		46	48	51
					188		46	48	51
					190		46	49	52
					192		47	49	52
					194		47	49	52

**Rasvaprosentti miesurheilijoilla. Neljän ihopoimun summaa
vastaava rasvaprosentti miesurheilijoille (yli 16 v.).**

Taulukko on yleisestikäytössä testausasemilla. (Durnin & Rahaman, 1967)

mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
10,0	2,0	20,0	9,0	30,0	13,5	40,0	17,0	50,0	20,0	75,0	25,0
2	2,1	2	9,1	2	13,6	2	17,1	5	20,1	5	25,1
4	2,3	4	9,2	4	13,7	4	17,1	51,0	20,2	76,0	25,2
6	2,4	6	9,3	6	13,7	6	17,2	5	20,3	5	25,3
8	2,6	8	9,4	8	13,8	8	17,2	52,0	20,4	77,0	25,4
11,0	2,7	21,0	9,5	31,0	13,9	41,0	17,3	5	20,5	5	25,5
2	2,8	2	9,6	2	14,0	2	17,4	53,0	20,6	78,0	25,6
4	3,0	4	9,7	4	14,1	4	17,4	5	20,7	5	25,7
6	3,1	6	9,8	6	14,1	6	17,5	54,0	20,8	79,0	25,8
8	3,3	8	9,9	8	14,2	8	17,5	5	20,9	5	25,9
12,0	3,4	22,0	10,0	32,0	14,3	42,0	17,6	55,0	21,0	80,0	26,0
2	3,5	2	10,1	2	14,4	2	17,7	5	21,1	5	26,1
4	3,7	4	10,2	4	14,5	4	17,7	56,0	21,2	81,0	26,2
6	3,8	6	10,3	6	14,5	6	17,8	5	21,3	5	26,3
8	4,0	8	10,4	8	14,6	8	17,8	57,0	21,4	82,0	26,4
13,0	4,1	23,0	10,5	33,0	14,7	43,0	17,9	5	21,5	5	26,5
2	4,2	2	10,6	2	14,8	2	18,0	58,0	21,6	83,0	26,6
4	4,4	4	10,7	4	14,9	4	18,0	5	21,7	5	26,7
6	4,5	6	10,8	6	14,9	6	18,1	59,0	21,8	84,0	26,8
8	4,7	8	10,9	8	15,0	8	18,1	5	21,9	5	26,9
14,0	4,8	24,0	11,0	34,0	15,1	44,0	18,2	60,0	22,0	85,0	27,0
2	4,9	2	11,1	2	15,2	2	18,3	5	22,1	5	27,1
4	5,1	4	11,2	4	15,3	4	18,3	61,0	22,2	86,0	27,2
6	5,2	6	11,3	6	15,3	6	18,4	5	22,3	5	27,3
8	5,4	8	11,4	8	15,4	8	18,4	62,0	22,4	87,0	27,4
15,0	5,5	25,0	11,5	35,0	15,5	45,0	18,5	5	22,5	5	27,5
2	5,6	2	11,6	2	15,6	2	18,6	63,0	22,6	88,0	27,6
4	5,8	4	11,7	4	15,6	4	18,6	5	22,7	5	27,7
6	5,9	6	11,7	6	15,7	6	18,7	64,0	22,8	89,0	27,8
8	6,1	8	11,8	8	15,7	8	18,7	5	22,9	5	27,9
16,0	6,2	26,0	11,9	36,0	15,8	46,0	18,8	65,0	23,0	90,0	28,0
2	6,3	2	12,0	2	15,9	2	18,9	5	23,1	5	28,1
4	6,5	4	12,1	4	15,9	4	18,9	66,0	23,2	91,0	28,2
6	6,6	6	12,1	6	16,0	6	19,0	5	23,3	5	28,3
8	6,8	8	12,2	8	16,0	8	19,0	67,0	23,4	92,0	28,4
17,0	6,9	27,0	12,3	37,0	16,1	47,0	19,1	5	23,5	5	28,5
2	7,0	2	12,4	2	16,2	2	19,2	68,0	23,6	93,0	28,6
4	7,2	4	12,5	4	16,2	4	19,2	5	23,7	5	28,7
6	7,3	6	12,5	6	16,3	6	19,3	69,0	23,8	94,0	28,8
8	7,5	8	12,6	8	16,3	8	19,3	5	23,9	5	28,9
18,0	7,6	28,0	12,7	38,0	16,4	48,0	19,4	70,0	24,0	95,0	29,0
2	7,7	2	12,8	2	16,5	2	19,5	5	24,1	5	29,1
4	7,9	4	12,9	4	16,5	4	19,5	71,0	24,2	96,0	29,2
6	8,0	6	12,9	6	16,6	6	19,6	5	24,3	5	29,3
8	8,2	8	13,0	8	16,6	8	19,6	72,0	24,4	97,0	29,4
19,0	8,3	29,0	13,1	39,0	16,7	49,0	19,7	5	24,5	5	29,5
2	8,4	2	13,2	2	16,8	2	19,8	73,0	24,6	98,0	29,6
4	8,6	4	13,3	4	16,8	4	19,8	5	24,7	5	29,7
6	8,7	6	13,3	6	16,9	6	19,9	74,0	24,8	99,0	29,8
8	8,9	8	13,4	8	16,9	8	19,9	5	24,9	5	29,9
20,0	9,0	30,0	13,5	40,0	17,0	50,0	20,0	75,0	25,0	100,0	30,0

**Rasvaprosentti naisurheilijoilla. Neljän ihopaimun summaa
vastaava rasvaprosentti miesurheilijoille (yli 16 v.).**

Taulukko on yleisesti käytössä testausasemilla. (Durnin & Rahaman, 1967)

mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
15,0	12,4	25,0	18,5	35,0	23,0	45,0	26,0	55,0	29,0	80,0	34,0
2	12,5	2	18,6	2	23,1	2	26,1	5	29,1	5	34,1
4	12,7	4	18,7	4	23,1	4	26,1	56,0	29,2	81,0	34,2
6	12,8	6	18,8	6	23,2	6	26,2	5	29,3	5	34,3
8	13,0	8	18,9	8	23,2	8	26,2	57,0	29,4	82,0	34,4
16,0	13,1	26,0	19,0	36,0	23,3	46,0	26,3	5	29,5	5	34,5
2	13,2	2	19,1	2	23,4	2	26,4	58,0	29,6	83,0	34,6
4	13,3	4	19,2	4	23,4	4	26,4	5	29,7	5	34,7
6	13,5	6	19,3	6	23,5	6	26,5	59,0	29,8	84,0	34,8
8	13,6	8	19,4	8	23,5	8	26,5	5	29,9	5	34,9
17,0	13,7	27,0	19,6	37,0	23,6	47,0	26,6	60,0	30,0	85,0	35,0
2	13,8	2	19,7	2	23,7	2	26,7	5	30,1	5	35,1
4	13,9	4	19,8	4	23,7	4	26,7	61,0	30,2	86,0	35,2
6	14,1	6	19,9	6	23,8	6	26,8	5	30,3	5	35,3
8	14,2	8	20,0	8	23,8	8	26,8	62,0	30,4	87,0	35,4
18,0	14,3	28,0	20,0	38,0	23,9	48,0	26,9	5	30,5	5	35,5
2	14,4	2	20,1	2	24,0	2	27,0	63,0	30,6	88,0	35,6
4	14,5	4	20,2	4	24,0	4	27,0	5	30,7	5	35,7
6	14,7	6	20,3	6	24,1	6	27,1	64,0	30,8	89,0	35,8
8	14,8	8	20,4	8	24,1	8	27,1	5	30,9	5	35,9
19,0	14,9	29,0	20,5	39,0	24,2	49,0	27,2	65,0	31,0	90,0	36,0
2	15,0	2	20,6	2	24,3	2	27,3	5	31,1	5	36,1
4	15,1	4	20,7	4	24,3	4	27,3	66,0	31,2	91,0	36,2
6	15,3	6	20,8	6	24,4	6	27,4	5	31,3	5	36,3
8	15,4	8	21,0	8	24,4	8	27,4	67,0	31,4	92,0	36,4
20,0	15,5	30,0	21,0	40,0	24,5	50,0	27,5	5	31,5	5	36,5
2	15,6	2	21,1	2	24,5	2	27,6	68,0	31,6	93,0	36,6
4	15,7	4	21,2	4	24,6	4	27,6	5	31,7	5	36,7
6	15,9	6	21,2	6	24,7	6	27,7	69,0	31,8	94,0	36,8
8	16,0	8	21,3	8	24,7	8	27,7	5	31,9	5	36,9
21,0	16,1	31,0	21,4	41,0	24,8	51,0	27,8	70,0	32,0	95,0	37,0
2	16,2	2	21,5	2	24,9	2	27,9	5	32,1	5	37,1
4	16,3	4	21,6	4	24,9	4	27,9	71,0	32,2	96,0	37,2
6	16,5	6	21,6	6	25,0	6	28,0	5	32,3	5	37,3
8	16,6	8	21,7	8	25,0	8	28,0	72,0	32,4	97,0	37,4
22,0	16,7	32,0	21,8	42,0	25,1	52,0	28,1	5	32,5	5	37,5
2	16,8	2	21,9	2	25,2	2	28,2	73,0	32,6	98,0	37,6
4	16,9	4	22,0	4	25,2	4	28,2	5	32,7	5	37,7
6	17,1	6	22,0	6	25,3	6	28,3	74,0	32,8	99,0	37,8
8	17,2	8	22,1	8	25,3	8	28,3	5	32,9	5	37,9
23,0	17,3	33,0	22,2	43,0	25,4	53,0	28,4	75,0	33,0	100	38,0
2	17,4	2	22,3	2	25,5	2	28,5	5	33,1	101	38,1
4	17,5	4	22,4	4	25,5	4	28,5	76,0	33,2	102	38,2
6	17,7	6	22,4	6	25,6	6	28,6	5	33,3	103	38,3
8	17,8	8	22,5	8	25,6	8	28,6	77,0	33,4	104	38,4
24,0	17,9	34,0	22,6	44,0	25,7	54,0	28,7	5	33,5	105	38,5
2	18,0	2	22,7	2	25,8	2	28,8	78,0	33,6	106	38,6
4	18,1	4	22,8	4	25,8	4	28,8	5	33,7	107	38,7
6	18,3	6	22,8	6	25,9	6	28,9	79,0	33,8	108	38,8
8	18,4	8	22,9	8	25,9	8	28,9	5	33,9	109	38,9
25,0	18,5	35,0	23,0	45,0	26,0	55,0	29,0	80,0	34,0	110	39,0