

# **Bestämning av kroppssammansättning hos överviktiga och obesa ammande kvinnor**

**Validering av bioelektrisk impedans mot  
röntgenabsorption**

Sahlgrenska akademien

Författare: Tobias Christensson

Folkhälsovetenskapligt program  
med hälsoekonomi, 180 hp

Examensarbete i folkhälsovetenskap med hälsoekonomi I, VT 2013

Omfattning: 15 hp

Handledare: Lars Ellegård

Examinator: Annika Jacobsson



Svensk titel: Bestämning av kroppssammansättning hos överviktiga och obesa ammande kvinnor. Validering av bioelektrisk impedans mot röntgenabsorption.

Engelsk titel: Determination of body composition in overweight and obese lactating women. Validation of bioelectrical impedance spectroscopy against dual energy X-ray absorptiometry.

Författare: Tobias Christensson

Program: Folkhälsovetenskapligt program med hälsoekonomi 180 hp  
Examensarbete i folkhälsovetenskap med hälsoekonomi I, VT 2013

Omfattning: 15 hp

Handledare: Lars Ellegård

Examinator: Annika Jacobsson

---

## Sammanfattning

**Introduktion:** Graviditet, fetma, åldrande och vissa sjukdomar är exempel på tillstånd som påverkar kroppen, dess konstitution och sammansättning. Enklare metoder som uppskattar kroppssammansättning behövs för att komplettera mer avancerade traditionella metoder för att bättre kunna kartlägga hälsostatus utan att göra avkall på riktighet och precision.

**Syfte:** Att validera resultat av kroppssammansättning från bioelektrisk impedansspektroskopi (BIS) mot resultat från studiens referensmetod, röntgenabsorption (DXA), hos överviktiga och obesa ammande kvinnor efter förlossning.

**Metod:** Designen i LEVA-studien (Livsstil för Effektiv Viktminskning under Amning) bestod av både intervention och longitudinell uppföljning vilket gav möjlighet till validering av absoluta värden (riktighet) och förmågan att upptäcka förändringar (precision). BIS prövades mot DXA statistiskt där skillnaden i medeldifferens analyserades med parat t-test. Bland-Altman diagram kompletterade analysen för att undersöka spridningen och eventuella systematiska skillnader mellan BIS och DXA. Pearsons korrelationskoefficient mätte samvariationen mellan metoderna.

**Resultat:** Absoluta mätningar av variablerna fettfri massa (FFM) och fettmassa (FM) visade en statistisk signifikant skillnad mellan BIS och DXA ( $p < 0,001$ ). Analys av förändringar över tid visade ingen signifikant skillnad i FFM och FM mellan BIS och DXA ( $p > 0,05$ ). Analys av total muskelmassa gav ingen signifikant skillnad mellan BIS och DXA, varken vid absoluta värden eller vid förändring ( $p > 0,05$ ).

**Slutsats:** Vid absoluta mätningar på gruppnivå kan BIS inte helt korrekt analysera kroppssammansättningen hos kvinnor (BMI 25-35) postpartum jämfört med resultat från DXA. Däremot påvisade BIS förändringar likvärdigt med DXA vid mätning av samma variabler över tid. Total muskelmassa beräknad från BIS skiljde sig på gruppnivå inte statistiskt från DXA, varken för absoluta värden eller vid förändring.

**Nyckelord:** Bioelektrisk impedansspektroskopi (BIS), Kroppssammansättning, Postpartum, Röntgenabsorption (DXA), Validering,

## Abstract

**Introduction:** Pregnancy, obesity, aging and certain diseases are examples of conditions that affect the body, its constitution and composition. Simpler methods to estimate body composition are needed to complement more advanced traditional methods to better identify the health status without sacrificing accuracy and precision.

**Objective:** To validate the results of body composition from bioelectrical impedance spectroscopy (BIS) against results from the study reference method, dual energy X-ray absorption (DXA), in overweight and obese lactating women after childbirth.

**Method:** The design of the LEVA-study (Lifestyle for Effective Weight loss during lactation) consisted both intervention and longitudinal follow-up, which gave the opportunity to validate the absolute values (accuracy) and the ability to detect changes (precision). The mean difference between methods was tested statistically by paired t-test. Bland-Altman plots used to examine the degree of agreement between BIS and DXA, but also distribution and any systematic differences. Association between methods was measured by using Pearson's correlation coefficient.

**Results:** Between BIS and DXA, absolute measurements of the variables fat-free mass (FFM) and fat mass (FM) showed a statistically significant difference ( $p < 0.001$ ). Analysis of changes over time showed no significant difference between BIS and DXA in the same variables ( $p > 0.05$ ). Analysis of total muscle mass gave no significant difference between BIS and DXA, either in absolute values or in change ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** At group level, BIS may not be completely accurate to estimate body composition in women (BMI 25-35) postpartum at absolute measurements if compared with results from DXA. However, BIS demonstrated changes equivalent to DXA when measuring the same variables over time. On group level, total body skeletal muscle mass (TBSMM) calculated from BIS did not statistically differed from DXA, either absolute values or change.

**Keywords:** Bioelectrical impedance spectroscopy (BIS), Body composition, Dual energy x-ray absorptiometry (DXA), Postpartum, Validation,

# Innehållsförteckning

<b>Figurförteckning</b> .....	<b>1</b>
<b>Ordlista</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Introduktion</b> .....	<b>3</b>
1.1. Bakgrund .....	4
1.1.1. Kroppssammansättning .....	4
1.1.2. Viktutveckling i samband med graviditet .....	5
1.1.3. LEVA studien .....	5
1.1.4. Modeller för kroppssammansättning .....	6
1.1.5. Mätmetod – röntgenabsorption (DXA) .....	8
1.1.6. Mätmetod – bioelektrisk impedansspektroskopi (BIS) .....	9
1.1.7. Definitioner av variabler .....	10
1.2. Problemformulering .....	10
1.3. Syfte .....	11
<b>2. Material och metod</b> .....	<b>12</b>
2.1. Kvantitativ studie .....	12
2.1.1. Datamaterial från LEVA .....	12
2.2. Statistisk analys .....	13
2.2.1. Hypotesprövning .....	13
2.2.2. Parat T-test och analysmodell .....	13
2.2.3. Bland Altman diagram .....	14
2.3. Etiska överväganden .....	15
<b>3. Resultat</b> .....	<b>16</b>
3.1 Fettfri massa - FFM .....	16
3.2 Fettmassa - FM .....	18
3.3 Total muskelmassa - TBSMM .....	20
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>22</b>
4.1. Metoddiskussion .....	22
4.2. Resultatdiskussion .....	23
4.3. Folkhälsovetenskapligt perspektiv .....	24
<b>5. Slutsats</b> .....	<b>26</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>27</b>

## Figurförteckning

Figur 1: Fem nivåer av kroppssammansättning (3) .....	5
Figur 2: Sammanfattande modell för kroppssammansättning, (5).....	8
Figur 3: Schematisk figur över FFM, FM, TBW samt befri mjukvävnad (21). .....	9
Figur 4: Sammanfattande matris med definitioner av variablerna FFM, FM och TBSMM.....	10
Figur 5: Schematisk modell över analysmetod. ....	14
Figur 6: Schematisk sammanfattning av resultat FFM, angett som medelvärdeskillnaden mellan DXA och BIS, samt Pearsons korrelationskoefficient. ....	16
Figur 7: Bland-Altman diagram vid FFM-mätning A-C samt AB och BC. ....	17
Figur 8: Schematisk sammanfattning av resultat FM, angett som medelvärdeskillnaden mellan DXA och BIS, samt Pearsons korrelationskoefficient. ....	18
Figur 9: Bland-Altman diagram vid FM-mätningar A-C och AB-BC.....	19
Figur 10: Schematisk sammanfattning av resultat TBSMM, angett som medelvärdeskillnaden mellan DXA och BIS, samt Pearsons korrelationskoefficient. ....	20
Figur 11: Bland-Altman diagram vid TBSMM-mätningar A-C samt AB-BC. ....	21
Figur 12: FFM beräknad av DXA respektive BIS. ....	23

## Ordlista

I denna studie förekommer förkortningar och begrepp som här förklaras kort.

<b>BIS</b>	Metod som bedömer kroppssammansättning.
<b>BMI</b>	Kroppsmasseindex som anger relationen mellan vikt och längd.
<b>Bromid</b>	Spårämne som används för referensmätning av extracellulär vätska.
<b>Deuterium</b>	Spårämne som används för referensmätning av totalt kroppsvatten.
<b>DXA</b>	Studiens referensmetod som bedömer kroppssammansättning.
<b>Golden standard</b>	Bästa tillgängliga metod.
<b>In vivo</b>	Experiment med en levande organism.
<b>Incidens</b>	Antal nya händelser i en population.
<b>Isotoputspädning</b>	Metod där kroppssammansättningen bestäms med ett spårämne.
<b>Kalipermätning</b>	Metod som uppskattar andelen fett genom mätning av hudveck.
<b>Kaliumisotop</b>	Spårämne som används för referensmätning av intracellulärvätska.
<b>Kvotskala</b>	Skala med en absolut nollpunkt och som utgör den högsta datanivån.
<b>LEVA</b>	Livsstil för Effektiv Viktminskning under Amning. Underlag till studien.
<b>MRI</b>	Referensmetod vid bestämning av kroppssammansättning.
<b>Prevalens</b>	Förekomst i en population.
<b>r</b>	Korrelationskoefficient. Styrkan i ett samband mellan två variabler.
<b>SF-BIA</b>	Metod för uppskattning av kroppssammansättning.
<b>Stratifiering</b>	Indelning i olika undergrupper/nivåer.

# 1. Introduktion

Incidens och prevalens av fetma ökar världen över vilket innebär en pandemisk spridning av tillståndet. Mer än 1,4 miljarder vuxna människor var överviktiga eller obesa år 2008, varav närmare 300 miljoner kvinnor var obesa (1). Fetma är en metabolisk störning där fett utgör en onormalt stor andel av kroppsvikten. Fetma är därför ett exempel på onormal kroppssammansättning. Riskerna för sjuklighet och dödlighet i hjärt-kärlsjukdomar, diabetes typ-2, förhöjt blodtryck och stroke ökar när fettet är koncentrerat kring buken. Kostnaderna för samhället är stora för fetma och dess komplikationer på grund av ökat antal vård dagar, produktionsbortfall, försäkringskostnader och läkemedel. Till detta ska läggas lägre livskvalitet och onödigt lidande för de drabbade och anhöriga (2).

Body mass index (BMI) är en enkel och vedertagen metod som används i epidemiologiska studier för att identifiera individer med undervikt, övervikt eller fetma. BMI säger dock inget om kroppssammansättningen, om det är fett, muskler eller vatten som ger slutsumman, vilket medför risk för felklassificering av t ex fetma. Att känna till en individs sammansättning av till exempel fettmassa (FM), fettfri massa (FFM) och total muskelmassa (TBSMM) blir därför viktigt för att utvärdera effektiviteten i interventioner och bedöma en individs hälsa.

På grund av riskerna, och därmed samhällskostnaderna, som följer av en allt tyngre befolkning har det blivit viktigare att korrekt mäta och värdera kroppens uppbyggnad och sammansättning. Mätningar av kroppssammansättning är ett brett begrepp som förenklat innebär att mäta fördelningen mellan kroppens olika beståndsdelar. Beståndsdelarna i sammanhanget är grundämnen, molekyler, celler, vävnader och organ vilka bygger kroppens struktur, form och funktion. Mätning av kroppens sammansättning ger möjlighet att studera hur dessa byggstenar varierar vid olika tillstånd, exempelvis graviditet, fetma, åldrande och sjukdom. En individs kroppssammansättning är av stort diagnostiskt värde och en viktig indikator på individens hälsa och näringsstatus (3).

Forskning om kroppssammansättning studerar ofta grupper som har liknande konstitution och karaktäristika. Gravida kvinnor är en sådan grupp i samhället som löper ökad risk att samla på sig fettmassa. Denna fettmassa kan bli svår att bli av med efter förlossning. Genom att undersöka kroppssammansättningen i gruppen gravida är det möjligt att optimera resurser för att förebygga riskerna med fetma i samband med graviditet.

## 1.1. Bakgrund

Bakgrunden inleds med en kort beskrivning om kroppssammansättning som därefter övergår i viktutveckling i samband graviditet och LEVA-studien (Livsstil för Effektiv Viktminskning under Amning). Olika modeller för kroppssammansättning beskrivs tillsammans med mätmetoderna DXA och BIS samt definitioner av studiens variabler. Slutligen mynnar bakgrunden i problemformulering och syfte.

### 1.1.1. Kroppssammansättning

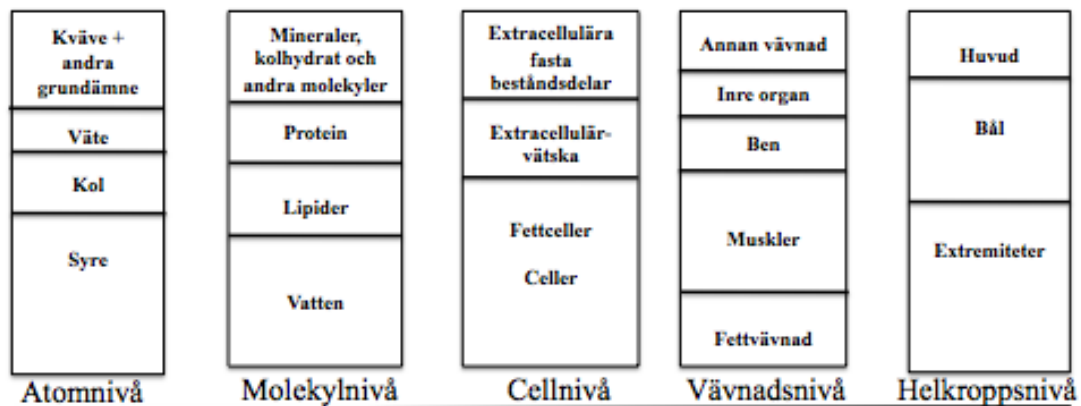
Kroppssammansättning definieras som de kemiska eller fysiska beståndsdelarna som tillsammans bygger upp organismens massa, vilken definieras på ett systematiskt vis (4). Vidare kategoriseras kroppen in i meningsfulla subgrupper som kan beräknas.

För att förstå vetenskapen bakom kroppssammansättning hos människa krävs grundläggande kunskap om mätningar av kroppen. Det finns flera nivåer som människokroppen kan studeras utifrån, se figur 1:

- (i) atom-,
- (ii) molekyl-,
- (iii) cellulär-,
- (iv) vävnads- och
- (v) helkropps nivå

På atomnivå står grundämnena syre (O), kol (C), väte (H) och kväve (N) för mer än 96 % av kroppsvikten. Atomerna bygger i sin tur upp molekylerna vatten (H+O), fett (C+H+O), protein (C+H+O+N+Svavel), kolhydrater (C+H+O) vilka är de huvudsakliga molekylerna i kroppen (3). Cellulärnivå av kroppssammansättning inkluderar tre beståndsdelar: (a) cellmassa (cellerna och dess innehåll) som utgör ca 65 % av kroppsvikten, (b) extracellulär vätska som består av plasma och vävnadsvätska som utgör ca 22 % av kroppsvikten samt (c) extracellulära fasta beståndsdelar som utgör 12 %. Celler av samma typ med liknande funktion och konstruktion bygger upp vävnad som kan studeras på vävnadsnivå (5). Den femte nivån av kroppssammansättning är helkropps nivå vilken kan indelas i regioner som huvud, extremiteter och bål. Heymsfield menar att det finns en teoretisk distinktion mellan varje beståndsdel på denna nivå, det vill säga inga överlappningar mellan beståndsdelar (3). Ett viktigt koncept inom kroppssammansättning är att stabil kroppsmassa och energibalans medför att också de stora beståndsdelarna är stabila. De stabila förhållandena är grundläggande för vissa modeller och metoder för bestämning av kroppssammansättning.





Figur 1: Fem nivåer av kroppssammansättning (3)

### 1.1.2. Viktutveckling i samband med graviditet

1990 utfärdade Institute of Medicine (IOM) riktlinjer för önskvärd viktuppgång under graviditet (6). Sedan dess har kroppssammansättningen förändrats. Exempelvis har BMI innan graviditet ökat som följt av större viktökning under graviditet. I Sverige ökar den initiala graviditetsvikten och 38 % av kvinnorna som skrevs in på mödravårdcentralen 2011 var överviktiga eller obesa (7). Övervikt och fetma ökar risken för komplikationer, både under graviditet och vid förlossning. Det är viktigt att poängtera att en viss viktuppgång är avgörande för att tillgodose det växande barnets behov. IOM rekommenderar en viktuppgång på 11,5-16 kg för normalviktiga kvinnor (6), som även ska förhindra en alltför stor viktuppgång. Graviditeten kännetecknas av förändringar i vikt där bidraget från fett är en del i moderns viktökning (3). Enligt Keller finns empiriska fynd som stödjer att majoriteten av kvinnorna inte återvänder till sin pregravid vikt (8). Många kvinnor oroas av den ökade kroppsvikten efter förlossning (post partum) (9). Därför har amning, genom den ökade energiomsättningen vid mjölkproduktion, föreslagits vara en möjlighet till viktminskning (10). Energiomsättningen under amning ökar teoretiskt med ca 500 kalorier/dag (11). Av dessa 500 kalorier rekommenderas friska kvinnor att konsumera 80 % under amning där resterande energi utvinns från kroppsegna energiförråd som byggts upp under graviditet (12). Amningens betydelse för viktminskning postpartum är dock osäker på grund av bristande information kring amningens frekvens och duration (13). Amningstiden postpartum anses vara en idealisk tid för livsstilsförändringar, inklusive viktminskning (14). Longitudinella studier som belyser förändringar på ammande kvinnors kroppssammansättning är få (15), men en studie som behandlar området är LEVA studien (Livsstil för Effektiv Viktminskning under Amning) utförd av forskare vid Sahlgrenska akademien.

### 1.1.3. LEVA studien

LEVA initierades för att undersöka/pröva olika viktminskningsbehandlingar hos ammande överviktiga och obesa kvinnor efter förlossning. Studien hade utgångspunkt

i att pregravid övervikt och fetma ökar vilket hotar moderns och barnets hälsa då graviditetskomplikationer ökar med stigande BMI. Ammande mödrar utgör en stor och betydelsefull grupp i Sverige och befinner sig i ett speciellt sammanhang. Effektiva viktminskningsbehandlingar med signifikanta hälsofördelar behövs för överviktiga och obesa kvinnor (16).

LEVA-studien utformades så att 68 ammande kvinnor, vilka redan innan graviditeten var överviktiga eller obesa, slumpades in i fyra olika interventionsgrupper. En grupp fick kostråd, en grupp råd om fysisk aktivitet, en grupp fick kombinerade råd om fysisk aktivitet och kost, resterande grupp fick vanlig vård och utgjorde kontrollgrupp. Syftet med studien var att utvärdera vilket av dessa behandlingar som reducerade kroppsvikten signifikant på ammande mödrar vid mätningar efter avslutad intervention, samt vid en uppföljande mätning. Mätningarna omfattade, bland många andra mätningar, kvinnornas vikt och kroppssammansättning genom metoderna röntgenabsorption (DXA) och bioelektrisk impedans spektroskopi (BIS). Studiedesignen var longitudinell där mätningar genomfördes 10-14 veckor postpartum, efter 12 veckors intervention samt nio månader efter avslutad intervention. Slutsatsen från LEVA-studien var att kostråd gav en signifikant viktreduktion hos ammande kvinnor postpartum efter interventions slut som bestod vid nio månaders uppföljning (17). I LEVA studien insamlades en mängd olika data, bland annat kroppssammansättningen på de ammande kvinnorna med mätmetoderna DXA och BIS.

#### **1.1.4. Modeller för kroppssammansättning**

I den grundläggande två-komponentmodellen (2-C) består kroppen av två delar: fettmassa (FM) samt fettfri massa (FFM), där all vävnad lagts samman (19). Den tidigaste 2-C modellen baserades på mätningar av total kroppsdensitet (Db) med hjälp av undervattensvägning (UVV). Att uppskatta mängden FM och FFM utifrån kroppens densitet bygger på antaganden att de två komponenterna har relativt konstant densitet per  $\text{cm}^3$  (5). Kroppsdensiteten (Db) mäts genom:

$$Db = \text{Vikt} / \text{volym}$$

På 1950-talet utvecklades ekvationer för att konvertera Db till kroppsfett (20). Om kroppsfett kan beräknas kan FFM uppskattas som resterande beståndsdel. FFM kan också beräknas som en förutsägelse från totalt kroppsvatten (TBW) där man antar att FFM utgörs av 73,2 % vatten (3). Kan FFM bestämmas kan kroppsfett definieras indirekt som en differens mellan kroppsvikt och FFM (19).

$$\text{Total kroppsvikt} = \text{FM} + \text{FFM}$$

Siri utvecklade en modell som tog hänsyn till variationen mellan olika individers vätskestatus och därmed justerade för den relativa proportionen av vatten i kroppen

(20). Vid mätning av TBW krävs vanligtvis metoden isotoputspädning. Principen för utspädningsteknik är att volymen hos en beståndsdel kan definieras som kvoten mellan dosen på ett spårämne, och dess koncentration kort efter att spårämnet administrerats (19). I denna trekomponentsmodell (3-C) delas kroppen in i tre delar: fett, vatten och fasta beståndsdelar (proteiner och mineraler). Det antas i 3-C att förhållandet mellan protein och mineral är konstant. Genom 3-C modellen kan andelen kroppsfett mer precist beräknas på individnivå eller hos subgrupper som barn och överviktiga vuxna på grund av att hänsyn tas till vätskestatus (20). FFM beräknas genom antaganden om konstant vatteninnehåll och innehåll av fasta beståndsdelar där FM beräknas som differensen mellan total kroppsvikt och FFM.

$$\text{Total kroppsvikt} = \text{fett} + \text{vatten} + \text{kombinerad kvot (protein/mineral)}$$

För att få ytterligare information och precision krävs exakta mätningar med tillägg för komponenterna protein och mineral. Fyrkomponentsmodellen (4-C) delar in kroppen i fyra delar: (i) fett, (ii) vatten, (iii) protein och (iv) mineral. Därmed elimineras antaganden om den relativa proportionen komponenterna emellan (20). 4-C modellen ger större noggrannhet vid uppskattning av fett men medför samtidigt ytterligare mätningar för att erhålla information om komponenterna protein och benmineralinnehåll (20). Neuronaktivering analys (NAA) för kroppsprotein och röntgenabsorption för benmineralinnehåll krävs för mätning av respektive komponent. Svårigheter uppstår då endast åtta forskningscenter världen över har tillgång till den direkta beräkningen av kroppsprotein (19). Därför antas vanligtvis proteinmassan i 4-C modellen som en viss proportion av benmineralmassan. 4-C metoden kan användas för att uppskatta kroppsfett hos individer som varierar kraftigt i både vätskestatus och mineralinnehåll (20).

$$\text{Total kroppsvikt} = \text{fett} + \text{vatten} + \text{protein} + \text{mineral}$$

Direkta analyser på kroppens sammansättning in vivo krävs för atomiska modeller. Vidare krävs användning av NAA för att mäta innehållet av de viktigaste/vanligaste grundämnena så man därefter kan dela in kroppen i följande komponenter: kväve (TBN), kalcium (TBCa), kalium (TBK), natrium (TBNa) och klor (TBCl) (20). Att kunna rekonstruera kroppssammansättningen från grundämnesnivå är att föredra eftersom man därmed kan minimera antaganden kring vävnadsdensitet, vätskestatus samt kroppens storlek (19), men istället finns problem med mer begränsade jämförelsevärden för vad som är normalt och onormalt. NAA- anläggningar är också extremt dyra samtidigt som klienter exponeras för mycket mer strålning än vid röntgenabsorption vilket begränsar dess användning. 6-C modellen används därför främst vid värdering och evaluering av andra typer av kroppssammansättningsmodeller (20).

<b>Två komponent- modell</b>	<b>Tre komponent- modell</b>	<b>Tre komponent- modell</b>	<b>Fyr komponent- modell</b>	<b>Sex komponent- modell</b>
<i>Kroppsvikt = FM + FFM</i>	<i>Kroppsvikt = FM + vatten + (mineral + protein)</i>	<i>Kroppsvikt = ben + benfri mjukvävnad + FM</i>	<i>Kroppsvikt = FM + vatten + ben + mineral + protein</i>	<i>Kroppsvikt = TBW + TBN + TBCa + TBK + TBNa + TBCI</i>

Figur 2: Sammanfattande modell för kroppssammansättning, (5).

### 1.1.5. Mätmetod – röntgenabsorption (DXA)

DXA är en teknik som erbjuder mätningar av ben och benfri mjukvävnad (3). Vid mätning med DXA mäts skillnaden i energi mellan två röntgenstrålar. En röntgenstråle avges från en källa som passerar igenom den liggande individens kropp och fångas upp av en slags detektor placerad ovanför individen. Dämpningen av röntgenenergi varierar mellan fett, mjukvävnad och skelett på grund av dess densitet och kemiska sammansättning (19). Mängden benfri mjukvävnad är skillnaden mellan total vävnadsmassa och benmineral innehåll (BMC).

$$\text{Kroppsvikt} = \text{Mjukvävnad (Fett + Mager mjukvävnad)} + \text{Benmineral}$$

DXA finns tillgänglig på en del sjukhus, är relativt enkel att använda och passar människor i alla åldrar på grund av den låga stål exponeringen patienten utsätts för (3). På gravida kvinnor rekommenderas dock inte DXA eftersom det förekommer en viss strålning. DXA anses inte än om "golden standard" men föredras vid mätningar av kroppssammansättning där referensmetoder är otillgängliga, opraktiska eller alltför kostsamma (21).

DXA utvecklades från början för att mäta benmineral och detta är fortfarande dess primära syfte. Skelettmuskler är en stor och fysiologisk viktig beståndsdel av kroppsvikten. Att kunna beräkna muskelmassa för extremiteterna från DXA baseras på en teoretisk men validerad modell vilken antar att majoriteten av fettfri vävnad i extremiteterna räknas vara muskelmassa (22).

$$\text{Muskelmassa} = \text{Den totala volymen av extremiteterna} - (\text{Skinn, skelett, fettvävnad})$$

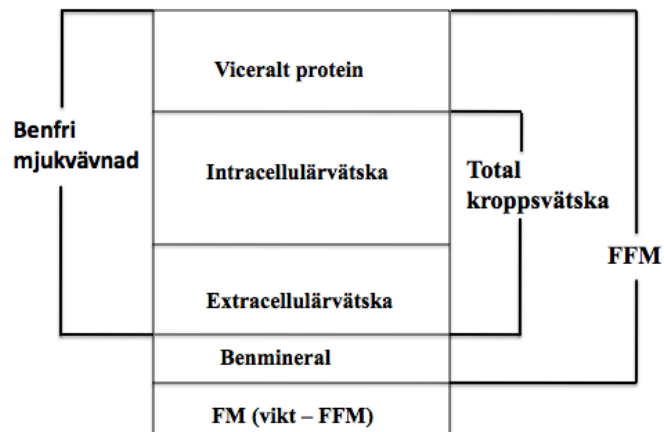
Studier har visat att DXA-baserade modeller kan beräkna muskelmassa med god precision vilket kan ge nya möjligheter att kvantifiera muskelmassa i fysiologiska och epidemiologiska undersökningar (22). DXA accepteras alltmer som en referensmetod för att utvärdera BIS (21). DXA har även blivit validerad med referensmetoden MRI att förutse muskelmassa samtidigt som BIS har validerats med DXA hos äldre svenskar på grupp nivå. Nya BIS ekvationer har lyckats förutse muskelmassa på grupp nivå men inte på individ nivå (23).

### 1.1.6. Mätmetod – bioelektrisk impedansspektroskopi (BIS)

Enfrekvens BIA ger möjlighet till att bestämma fettfri massa (FFM) och totalt kroppsvatten (TBW) hos individer med normal vätskestatus (21). BIA bestämmer det elektriska motståndet, alternativt det elektriska flödet, av en elektrisk ström som passerar genom kroppen. Det elektriska strömflödet leds huvudsakligen genom kroppens elektrolytrika vätska medan ben och fett har sämre ledningsförmåga (19). Begränsningen för BIA ligger i att metoden inte kan separera extracellulärvätska (ECW) och intracellulärvätska (ICW) eftersom SF-BIA enbart mäter motståndet vid en frekvens (50 kHz). Vid denna låga frekvens leds strömmen via ECW men kan inte tränga igenom cellmembraner in i ICW. BIS mäter det elektriska motståndet vid olika frekvenser (5-1000 kHz) och ger information om fördelningen mellan ICW och ECW. BIS ger värden på motståndet av ICW och ECW genom Hanai's teorier om ledningsförmåga (24).

Referensmetoder för mätningar av kroppens vätskevolym baseras på isotoputspädning. Deuterium för TBW, bromid för ECW och genom kaliumisotop ( $^{40}\text{K}$ ) kan ICW mätas (se ordlista). Referensmetoderna är invasiva eftersom procedurerna kräver blodprov och är dyra på grund av dosering (24). Dessa begränsningar har lett till en snabb utveckling av impedansmetoder vid mätning av kroppsvätskor eftersom de är icke-invasiva, portabla, enkla och relativt billiga. BIS, som kan mäta både ECW och ICW volymer är ett alternativ (24).

BIS beräknar ICW, ECW, TBW och ur dessa FFM. Det finns ett intresse i att kunna uppskatta muskelmassa eftersom det är en del i FFM som påverkas av olika tillstånd som åldrande och olika sjukdomar. BIS korrelerar med referensmetoden MRI vid mätningar av muskelvolym och kan också prediktera total muskelmassa hos en grupp patienter (23).



Figur 3: Schematisk figur över FFM, FM, TBW samt benfri mjukvävnad (21).

### 1.1.7. Definitioner av variabler

	Röntgenabsorption (DXA)	Bioelektrisk impedans spektroskopi (BIS)
Definition fettfri massa (Eng; fat-free mass; FFM)	Summan av benmineralinnehåll (BMC) och mager mjukvävnad (LST). FFM = BMC + LST (3).	Summan av totalt kroppsvatten (TBW) och antaganden om en given relation mellan de fasta beståndsdelarna protein/mineral (3). FFM = TBW + fasta beståndsdelar
Definition fettmassa (Eng; fat mass; FM)	Fettmassa definieras som total kroppsvikt minus fettfri massa. FM = total kroppsvikt - FFM (3).	Fettmassa definieras som total kroppsvikt minus fettfri massa (3). FM = total kroppsvikt - FFM.
Prediktions-ekvation total muskelmassa (TBSMM)	$TBSMM_{DXA} = (1,19 * ALST_{DXA}) - 1,65$ där <i>ALST</i> definieras som summan av <i>LST</i> i armar och ben (22).	$TBSMM_{BW} = -23,953 + (0,333 * Hi) + (-0,004 * Ri) + (-0,010 * Re) + (-1,727 * gender) + (0,042 * BW)$ (23).

Figur 4: Sammanfattande matris med definitioner av variablerna FFM, FM och TBSMM.

## 1.2. Problemformulering

Idag finns ett flertal mätmetoder som används för att bestämma en persons kroppssammansättning. De allra enklaste utgörs av antropometriska mått som vikt, längd, midjemått men även mått på fettlagrens tjocklek via s.k. kalipermätning (18). De används för grovre uppskattningar i den kliniska vardagen genom dess tillgänglighet, låga kostnad och, att de många gånger upplevs som mindre obekväma. För att fördjupa precisionen i mätningarna av kroppssammansättning har också mer avancerade metoder utvecklats. Dessa förekommer i klinisk forskning men begränsas av låg tillgänglighet och är ofta kostsamma, hit hör bland andra DXA. BIS å sin sida är en nyare metod som uppfyller de flesta krav för att vara en metod med brett användande. Den är relativt billig, enkel och portabel vilket gör den lämplig att utföra på grupper av individer för att uppskatta kroppssammansättning.

Med utgångspunkt i LEVA-studien och dess mätningar av kroppssammansättning med DXA och BIS, efterfrågas en enkel, validerad, gärna billig metod som utvärderar viktreducerande interventioner. Bestämning av en persons kroppssammansättning kan utföras genom en kombination av mätmetoder för att öka tillförlitligheten. Metoderna mäter varierande egenskaper, med varierande noggrannhet så därför är det nödvändigt att beakta respektive metods precision samt känna till dess eventuella felkällor. Vid jämförelse av värden för olika individer eller resultat från olika metoder bör största försiktighet tas vid tolkning av resultaten (5).

DXA, som är relativt dyr och begränsad till klinisk forskning användes i LEVA som referensmetod för uppskattning av kroppssammansättning. BIS, som är relativt billig och portabel ger möjlighet till en bredare användning. Följande frågor uppställdes:

- Kan dyr metod (DXA) ersättas av billigare och enklare metod (BIS) vid mätning av FM, FFM och TBSMM vid tvärsnittsundersökning?
- Kan dyr metod (DXA) ersättas av billigare och enklare metod (BIS) vid förändring av FM, FFM och TBSMM longitudinellt?

### 1.3. Syfte

Studiens syfte, med utgångspunkt i problemformulering och frågeställningar, är att analysera om BIS kan mäta kroppssammansättning hos överviktiga och obesa kvinnor postpartum utan att göra avkall på precision och riktighet. Därmed sätts upp en hypotes upp som ska pröva om BIS kan relateras till DXA som i denna studie är referensmetod. Designen i LEVA ger möjlighet till validering av både absoluta mätningar och förmågan att upptäcka förändringar vid uppföljande mätningar.

Följande hypotes har satts upp:

Nollhypotes,  $H_0$ : Det finns ingen signifikant skillnad mellan medelvärdet<sub>BIS</sub> och medelvärdet<sub>DXA</sub> vid absoluta mätningar och/eller uppföljande mätningar av variablerna FFM, FM och TBSMM hos ammande kvinnor postpartum (BMI 25-35).

Mothypotes,  $H_1$ : Det finns en statistisk signifikant skillnad mellan medelvärdet<sub>BIS</sub> och medelvärdet<sub>DXA</sub> vid absoluta mätningar och/eller uppföljande mätningar av variablerna FFM, FM och TBSMM hos ammande kvinnor postpartum (BMI 25-35).

## 2. Material och metod

Metoden i denna studie utgår från teorier om kroppssammansättning samt mätmetoder för att kvantifiera variablerna FM, FFM och TBSMM hos överviktiga och obesa ammande kvinnor postpartum. Datamaterial från LEVA och dess mätningar genom metoderna DXA och BIS bearbetas, prövas och utvärderas i den här studien genom statistisk analys.

### 2.1. Kvantitativ studie

En kvantitativ studie utgår från numeriska uppgifter som samlats in exempelvis via mätning av olika egenskaper (variabler) (25). I den här studien utgörs insamlade data av mätningar med DXA och BIS bland LEVA studiens variabler. Variablerna i det här fallet kan i princip anta alla värden inom ett intervall och kallas kontinuerliga variabler som vanligen erhålls genom mätproceduren. Den information som erhålls via mätningen kan anta olika datanivåer, bland annat kvotskala.

#### 2.1.1. Datamaterial från LEVA

Data från LEVA-studien består av både intervention och longitudinell uppföljning. Deltagarna i analysen var överviktiga och obesa ammande kvinnor som rekryterades till en randomiserad, kontrollerad livsstilsintervention. Rekryteringen genomfördes mellan 2007 och 2010 vid 15 mödravårdcentraler i Göteborg. Kriterierna var friska, icke-rökande kvinnor med ett självrapporterat BMI mellan 25-35. Kvinnorna skulle också ha fött ett, friskt barn med födelsevikten >2500 g, ha intentioner till amning i minst sex månader och möjlighet till att vara fysiskt aktiva postpartum. Även kvinnor med milda allergiska besvär inkluderades. Alla deltagare signerade sitt medgivande vid studiens start och projektet godkändes av den regionala etiska kommittén i Göteborg.

Studien startade med översiktliga mätningar där kvinnorna, 8-12 veckor postpartum, infann sig till forskningskliniken för utgångsmätningar. Ca 10-14 veckor postpartum inleddes livsstilsinterventionen med att kvinnorna först stratifierades efter BMI, < 28 respektive  $\geq 28$ , och därefter slumpades in i fyra olika interventionsgrupper. Alla mätningar upprepades efter 12 veckors intervention. Efter interventionens slut vidtog en nio månader lång observationsperiod då kvinnorna instruerades att leva utan interventionens anvisningar. Kvinnorna kontaktades vid ett tillfälle efter sex månader och tillfrågades om hälsostatus. Efter ett år, vid uppföljningsmätningen, exkluderades kvinnor som blivit gravida under de första åtta månaderna. Kvinnor som var ovetande om en ny graviditet samt kvinnor som blivit gravida månaden innan de uppföljande mätningarna, inkluderades. I den inledande mätningen deltog 68 kvinnor, 63 (92,6 %) vid interventionens slut och 52 (76,5 %) kvinnor vid den avslutande uppföljningsmätningen.



Variablerna FM, FFM och TBSMM beräknades efter mätningar med röntgenabsorption (Lunar Prodigy, GE Lunar Corp, Madison, WI) och bioelektrisk impedans spektroskopi (Xitron Hydra 4200, Xitron Technologies, San Diego, USA).

## 2.2. Statistisk analys

För att bearbeta informationen användes hypotesprövande statistik. Studieobjektet, som nämnts innan, var överviktiga och obesa ammande kvinnor ingående i LEVA studien, där variablerna FM, FFM och TBSMM har studerats genom mätmetoderna DXA och BIS. Data från LEVA erhöles från handledaren i en SPSS fil med många av de uppmätta egenskaperna. Statistikprogrammet SPSS (version 21.0) användes för databearbetning och analys.

### 2.2.1. Hypotesprövning

Hypotesprövning innebär att genom en hypotes testa om utfallet av försöket ska accepteras eller förkastas (25). Nollhypotesen innebär att det inte finns någon skillnad, i detta fall att DXA och BIS inte skiljer sig åt vid mätning av variablerna FFM, FM och TBSMM hos överviktiga och obesa ammande kvinnor. Om skillnaden mellan DXA och BIS är större än en uppsatt gräns, förkastas den uppsatta hypotesen. Då bekräftas skillnaden och den anges vara statistiskt signifikant.

Hypotesprövning steg för steg enligt följande:

- I. Nollhypotes,  $H_0$ : Det finns ingen signifikant skillnad mellan medelvärdet<sub>BIS</sub> och medelvärdet<sub>DXA</sub> vid absoluta mätningar och/eller uppföljande mätningar av variablerna FFM, FM och TBSMM hos ammande kvinnor postpartum (BMI 25-35).
- II. Mothypotes,  $H_1$ : Det finns en statistisk signifikant skillnad mellan medelvärdet<sub>BIS</sub> och medelvärdet<sub>DXA</sub> vid absoluta mätningar och/eller uppföljande mätningar av variablerna FFM, FM och TBSMM hos ammande kvinnor postpartum (BMI 25-35). En tvåsidig mothypotes användes eftersom riktningen i resultatet inte spelar någon roll.
- III. Signifikansnivå:  $\alpha = 0,05$ : Anger sannolikheten att förkasta  $H_0$ , då  $H_0$  är sann. 5 % signifikansnivå anger risken för att felaktigt påstå att det finns en skillnad eller förändring.
- IV. För att beräkna sannolikheten (p-värdet) används en testfunktion. I denna studie har parat t-test använts som baseras på medelskillnaden vid parvis jämförelse av två variabler.

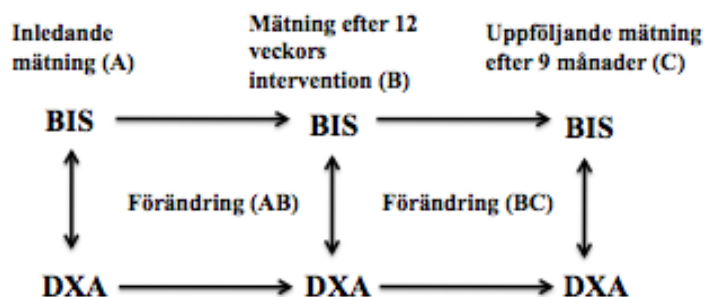
### 2.2.2. Parat T-test och analysmodell

Nästa steg i bearbetning och analys av data var att jämföra medelvärdet (FM, FFM, TBSM)<sub>BIS</sub> och medelvärdet (FM, FFM, TBSM)<sub>DXA</sub> genom parat t-test vid de tre mättillfällena. Parat t-test användes därför att varje individ hade två parat observationer (mätningar från DXA och BIS) där skillnaden i medeldifferens

undersöktes. Att dra slutsatser om grupper är typiskt för den statistiska analysen där medelvärden ofta jämförs. Två observationer per individ som är relaterade till varandra jämförs för att se om dessa variablers medelvärden skiljer sig mellan varandra (25). Efter körning i SPSS innehåller resultattabellen från t-testet medelvärde, standardavvikelse, standardfel, konfidensintervall, frihetsgrader och p-värde. SPSS ger samtidigt en resultatruta med korrelation. Korrelation är måttet på det linjära sambandet mellan två variabler där ett värde som ligger nära värdet 1 indikerar ett starkt samband. Sambandet studeras genom korrelationskoefficienten, även kallad Pearsons korrelationskoefficient som betecknas "r" (25). r användes för att mäta sambandet mellan BIS och DXA.

För att åskådliggöra den statistiska analysen har en schematisk modell konstruerats (figur 5) som ska illustrera de olika statistiska stegen i analysen. DXA och BIS har jämförts med varandra vid totalt fem tillfällen (A-C samt AB och BC) för respektive variabel, enligt:

- A – Inledande mätning, jämförande av BIS och DXA.
- B – Mätning efter 12 veckor intervention, jämförande av BIS och DXA.
- C – Uppföljande mätning efter nio månader, jämförande av BIS och DXA.
- AB – Förändring mellan A och B, jämförande av BIS och DXA.
- BC – Förändring mellan B och C, jämförande av BIS och DXA.



Figur 5: Schematisk modell över analysmetod.

### 2.2.3. Bland Altman diagram

Som komplement till de parade t-testen i analysen användes Bland-Altman diagram för att undersöka överensstämmelsen mellan mätmetoderna. Då nya mättekniker jämförs med redan etablerade tekniker är målet att undersöka om de båda teknikerna stämmer tillräckligt överens för att den nya metoden ska kunna ersätta den gamla. Bland och Altman menar att den typen av undersökningar analyseras otillräckligt, oftast genom användning av en korrelationskoefficient (r) (26). Vidare menar författarna att (r) från resultat mellan två mätmetoder i studier redovisas som en indikator på överensstämmelse, vilket är felaktigt.

(r) visar styrkan i samvariation mellan två variabler, inte överensstämmelsen mellan dem. En badrumsvåg kan enkelt exemplifiera detta påstående. En individ väger sig tio gånger på en våg som ger samma värde tio vägningar i rad. Om individen sedan dricker två liter vatten och väger tio gånger till ger resultaten en hög korrelation men låg överensstämmelse. Som Bland och Altman påpekar vore det nästan underligt om två metoder, designade för att mäta samma egenskap, inte hade samvariation (26). Poängen blir att signifikansen i ett resultat kan vara helt irrelevant om frågan är överensstämmelse.

Det som är intressant är hur mycket den nya metoden skiljer sig från den gamla. Om skillnaden inte är tillräckligt stor för att skapa problem i den kliniska tolkningen kan den nya metoden ersätta den gamla. Statistikerna Bland och Altman föreslår ett sätt att analysera överensstämmelsen mellan olika mättekniker, där korrelation och regression är otillräcklig, som är både enkel att genomföra och att tolka (26).

### **2.3. Etiska överväganden**

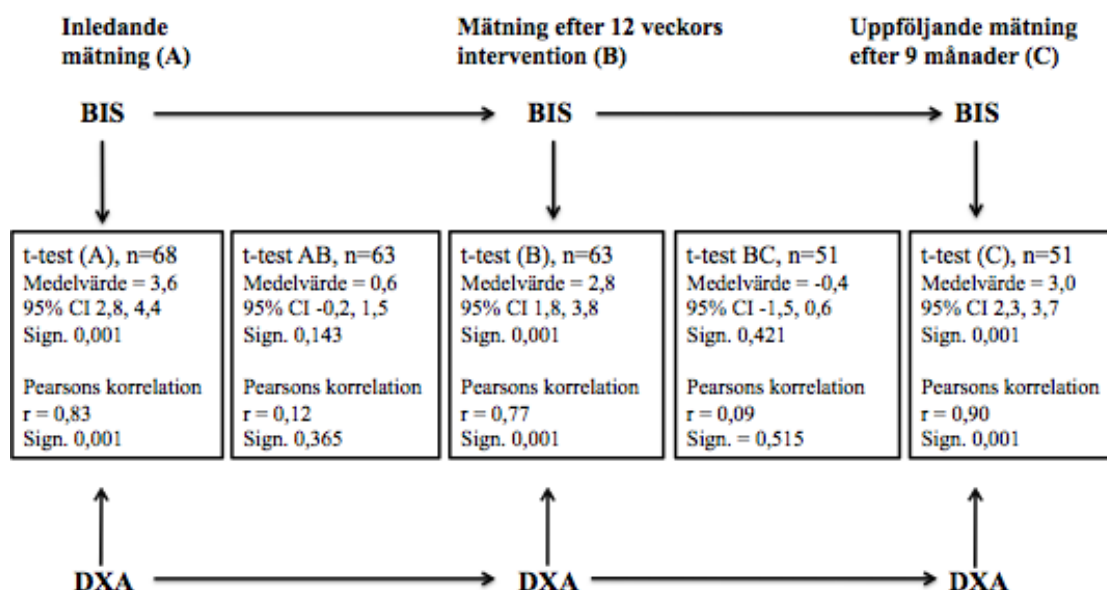
Den regionala etiska kommittén i Göteborg godkände LEVA-projektet och alla kvinnor deltog frivilligt efter information från barnmorskor. För hela LEVA-studien finns många etiska aspekter att ta hänsyn till. Till exempel upplever många människor att det är påfrestande med tester och mätningar av olika slag, därför kan kvinnorna i undersökningen upplevt ett visst obehag vid mätningarna av kroppssammansättning. I gengäld fick tre av fyra kvinnor fler råd och tips om livsstilen än de skulle fått utanför studien, och alla som ville fick reda på sina resultat från de olika undersökningarna. Frågan som är mer relevant för denna studie ur etisk synvinkel är om det är etiskt att lämna ut information i form av statistik via en SPSS fil till någon som inte varit direkt involverad i studien? Underlaget i analysen kan dock inte identifiera enskilda individer då resultatet redovisas på gruppnivå. Personerna i SPSS filen var även anonyma och författaren kan försäkra att information inte har använts till något annat än den statistiska analysen.

### 3. Resultat

Resultaten gäller jämförelse mellan studiens referensmetod DXA och den jämförande metoden BIS hos överviktiga och obesa ammande kvinnor (BMI 25-35). Parade t-test i SPSS gav följande resultat för variablerna FFM, FM och TBSMM vilka redovisas under respektive rubrik. Antalet kvinnor vid utgångspunkten var 68 stycken, vid interventionens slut 63 stycken och vid ett år uppföljning 52 stycken (51 stycken för FFM och FM). Medelvärde, 95 % konfidensintervall och p-värde visas inom respektive ruta som kompletteras med Pearsons korrelationskoefficient (r) och dess signifikansnivå. Därefter följer Bland Altman diagram som illustrerar överensstämmelsen mellan BIS och DXA vid varje mätning.

#### 3.1 Fettfri massa - FFM

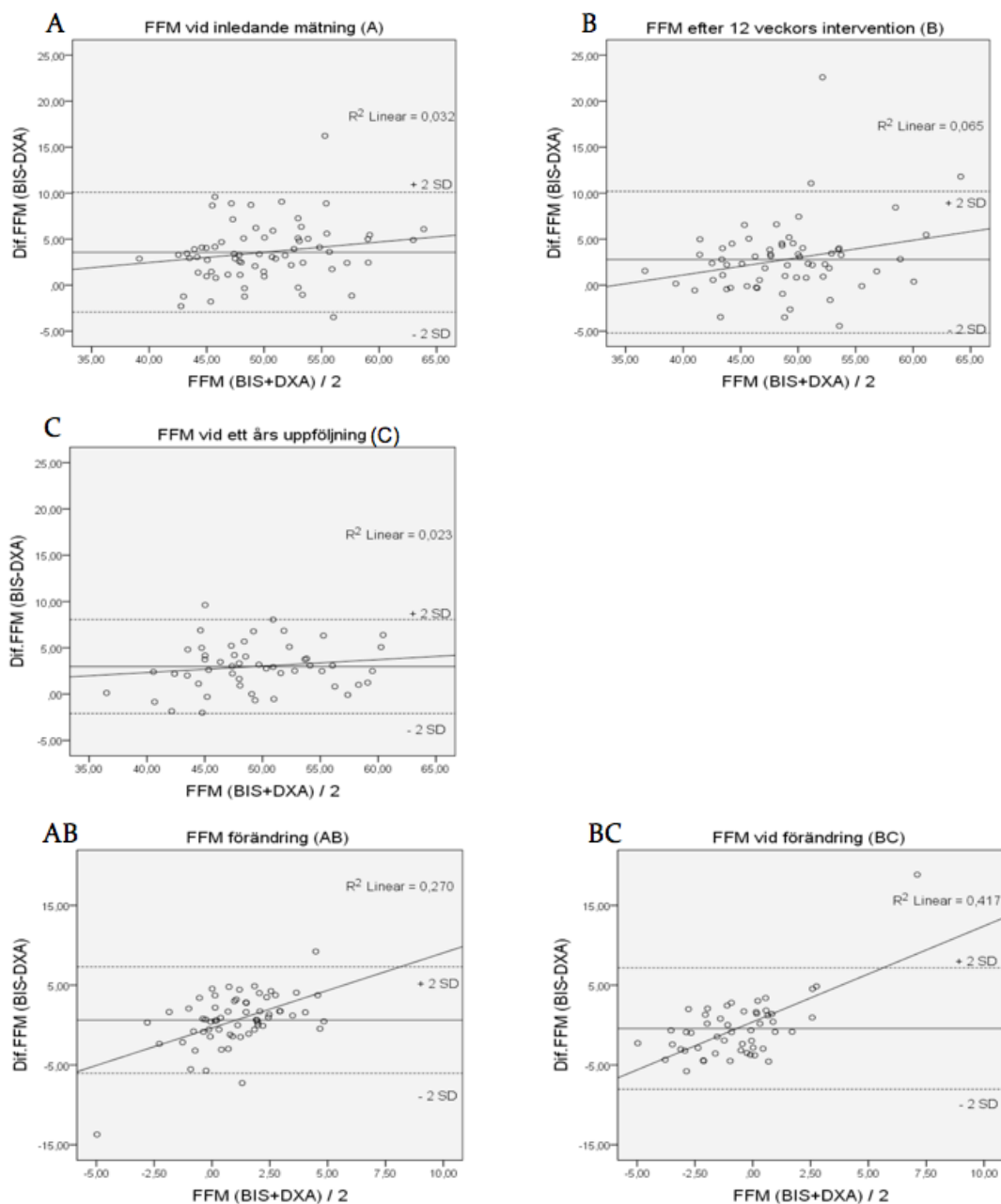
Figuren visar resultat från parade t-test och Pearsons korrelationskoefficient vid inledande mätningar (A), mätningar vid interventionens slut (B), mätningar vid den avslutande uppföljningen (C) samt vid jämförelser mellan (AB) och (BC).



Figur 6: Schematisk sammanfattning av resultat FFM, anggett som medelvärdesskillnaden mellan DXA och BIS, samt Pearsons korrelationskoefficient.

Det fanns statistiskt signifikanta skillnader mellan BIS och DXA vid samtliga tre mätningar (A-C) av variabeln FFM. Det genomsnittliga värdet för BIS var högre än det genomsnittliga värdet för DXA. (A) 3,6 kg, (B) 2,8 kg respektive (C) 3,0 kg. Vid mätning av förändring mellan mättillfällena gav varken förändringen A till B eller förändringen B till C statistiskt signifikanta resultat mellan metoderna. Det

genomsnittliga värdet för BIS var 0,6 kg högre (AB) och 0,4 kg lägre (BC) i jämförelse med DXA. Uttryckt annorlunda var värdet noll inkluderat inom konfidensintervallet i både AB och BC. För konfidensintervall och p-värde hänvisas läsaren till figur 6. Resultat från Pearsons korrelationskoefficient indikerar på en positiv korrelation och ett statistiskt signifikant linjärt samband vid mätning (A-C). Förändringen AB och BC var inte statistiskt signifikant.

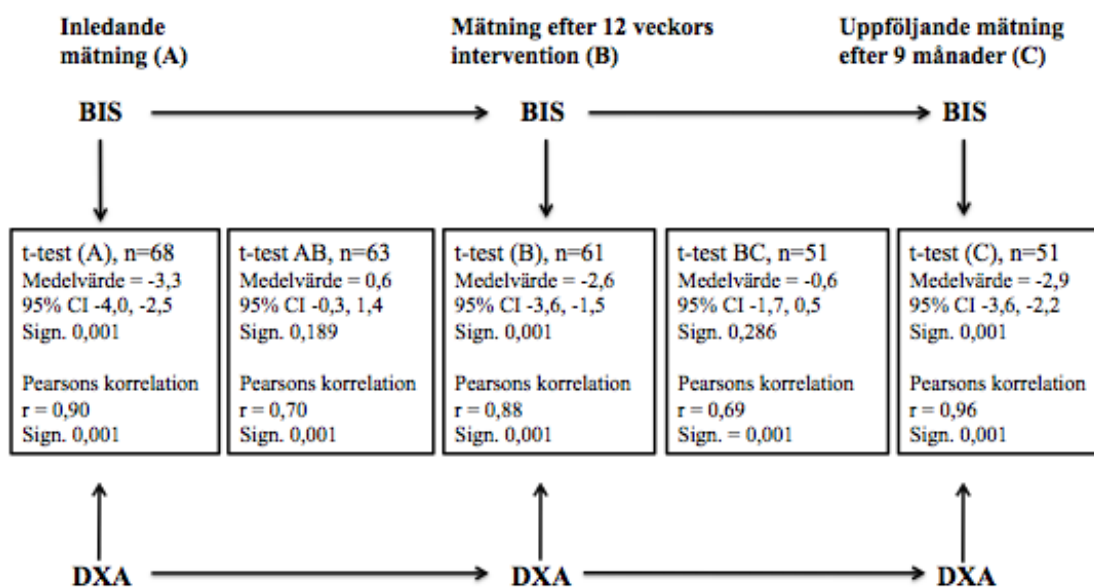


Figur 7: Bland-Altman diagram vid FFM-mätning A-C samt AB och BC.

Bland-Altman diagram jämför  $FFM_{BIS}$  och  $FFM_{DXA}$  hos 68 (A), 63 (B + AB) och 51 (C + BC) postpartumkvinnor (BMI 25-35). Horisontell linje visar medeldifferensen (kg). Streckad linje visar  $\pm 2$  standardavvikelser. Regressionslinjen visar differensen mellan  $FFM_{BIS}$  minus  $FFM_{DXA}$  som beroende variabel (y-axel) och medelvärdet av  $FFM_{BIS}$  och  $FFM_{DXA}$  som oberoende variabel (x-axel).

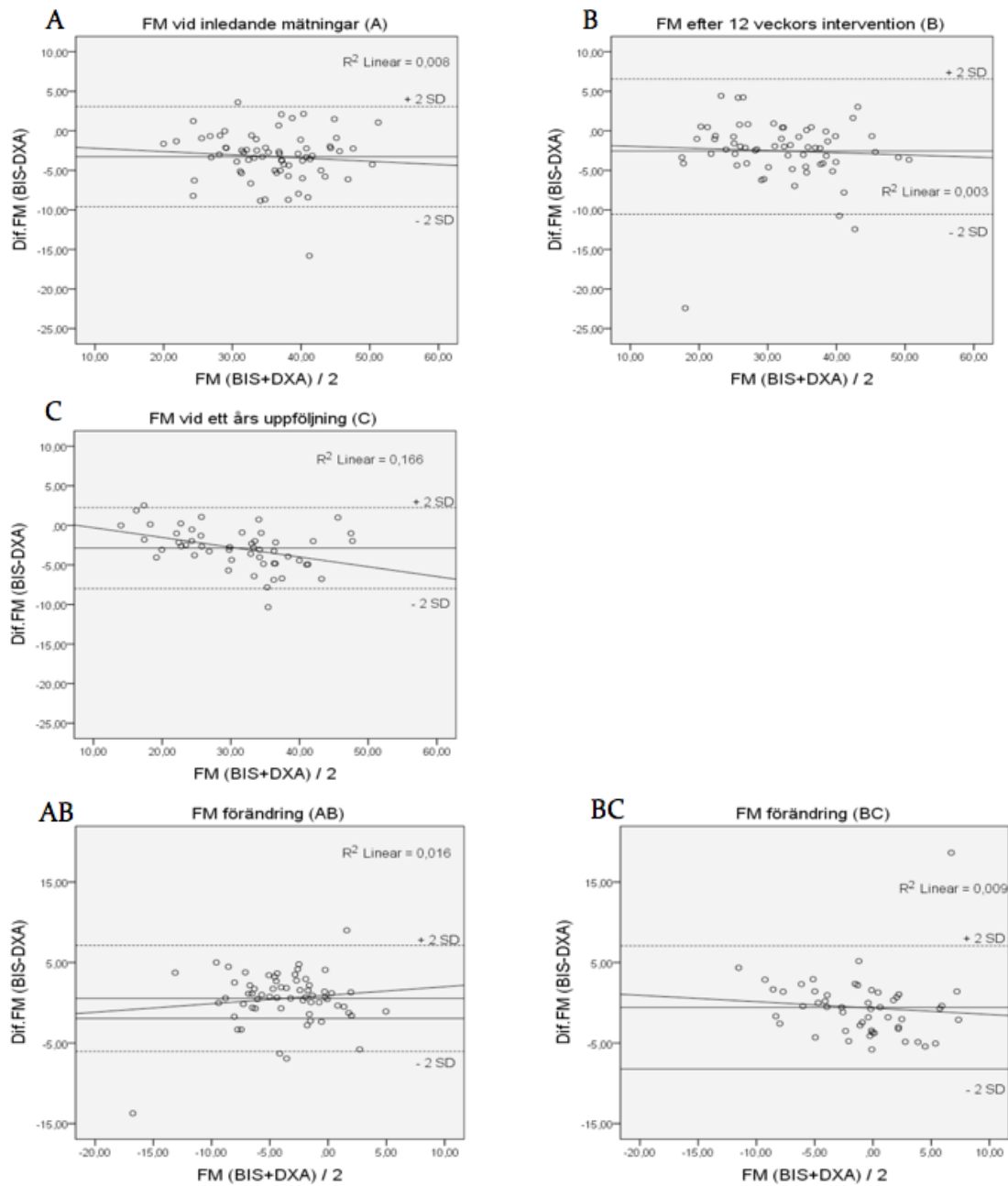
### 3.2. Fettmassa - FM

Figuren visar resultat från parade t-test och Pearsons korrelationskoefficient av variabeln FM vid inledande mätningar (A), mätningar vid interventionens slut (B), mätningar vid den avslutande uppföljningen (C) samt vid jämförelser mellan (AB) och (BC).



Figur 8: Schematisk sammanfattning av resultat FM, angett som medelvärdesskillnaden mellan DXA och BIS, samt Pearsons korrelationskoefficient.

Det fanns en statistisk signifikant skillnad mellan medelvärdet<sub>BIS</sub> och medelvärdet<sub>DXA</sub> vid samtliga tre mätningar (A-C) av variabeln FM. Det genomsnittliga värdet för BIS var lägre än det genomsnittliga värdet för DXA. (A) -3,3 kg, (B) -2,6 kg respektive (C) -2,9 kg. Vid mätning av förändring mellan mättillfällena gav varken förändringen A till B eller förändringen B till C statistiskt signifikanta resultat. (AB) 0,6 kg respektive (BC) -0,6 kg. Värdet noll var inkluderat inom konfidensintervallet i både AB och BC. För konfidensintervall och p-värden i respektive analys, se figur 8. Resultat från Pearsons korrelationskoefficient visar en positiv korrelation och ett statistiskt signifikant linjärt samband mellan DXA och BIS vid samtliga mätningar (A-C och AB-BC).

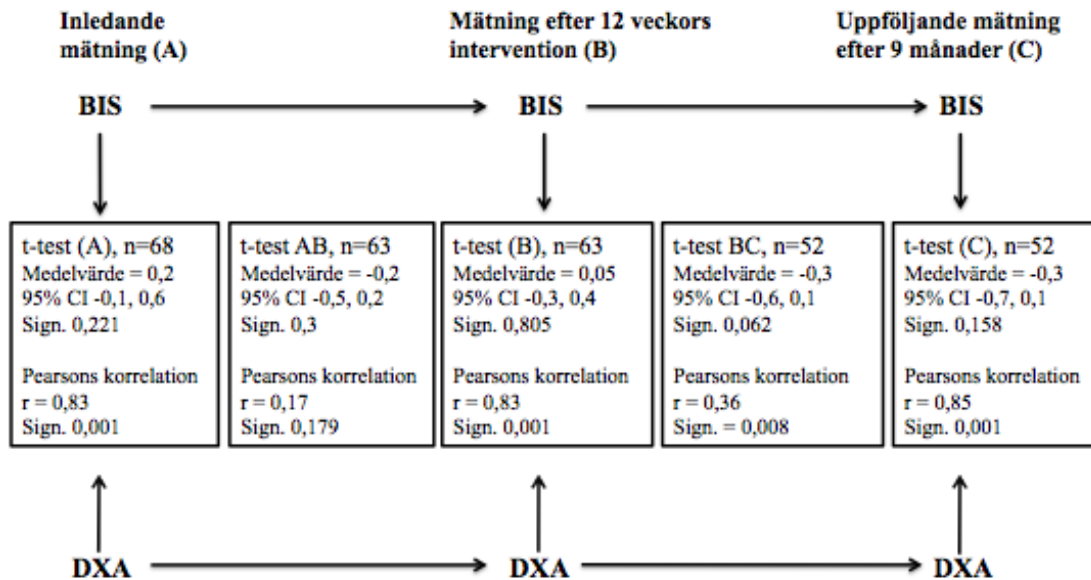


Figur 9: Bland-Altman diagram vid FM-mätningar A-C och AB-BC.

Bland-Altman diagram jämför  $FM_{BIS}$  och  $FM_{DXA}$  hos 68 (A), 63 (B + AB) och 51 (C + BC) överviktiga och obesa ammande kvinnor postpartum. Horisontell linje visar medeldifferensen (kg). Streckad linje visar  $\pm 2$  standardavvikelser. Regressionslinjen visar differensen mellan  $FM_{BIS}$  minus  $FM_{DXA}$  som beroende variabel (y-axel) och medelvärdet av  $FM_{BIS}$  och  $FM_{DXA}$  som oberoende variabel (x-axel).

### 3.3. Total muskelmassa - TBSMM

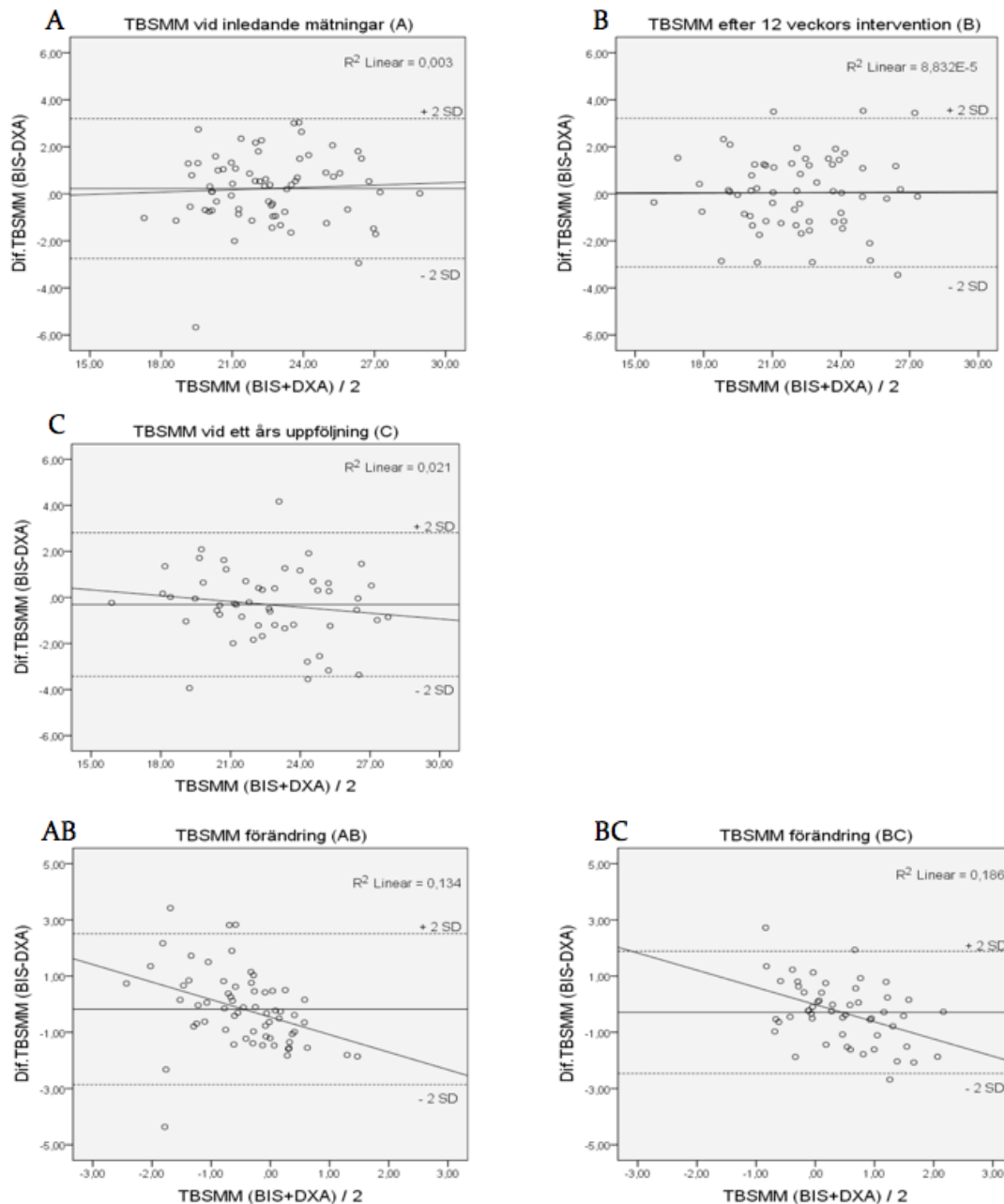
Figuren visar resultat från parade t-test och Pearsons korrelationskoefficient av TBSMM vid inledande mätningar (A), mätningar vid interventionens slut (B), mätningar vid den avslutande uppföljningen (C) samt vid jämförelser mellan (AB) och (BC).



Figur 10: Schematisk sammanfattning av resultat TBSMM, anggett som medelvärdesskillnaden mellan DXA och BIS, samt Pearsons korrelationskoefficient.

Vid de tre mätningarna (A-C) av variabeln TBSMM fanns ingen statistisk signifikant skillnad mellan mätteknikerna BIS och DXA. Medelvärdesskillnaden var (A) 0,2 kg, (B) 0,05 kg respektive (C) -0,3 kg. Förändringarna av variabeln TBSMM mellan A till B respektive B till C visade ingen statistisk signifikant skillnad. Skillnaden i medelvärde var (AB) -0,2 kg respektive (BC) -0,3. Värdet noll var inkluderat inom alla samtliga konfidensintervall (A-C, AB-BC). Läsaren hänvisas till figur 10 för konfidensintervall och p-värde. Resultat från Pearsons korrelationskoefficient antyder en positiv korrelation och ett statistiskt signifikant linjärt samband vid mätning (A-C och BC). Förändringen AB var inte statistiskt signifikant.





**Figur 11: Bland-Altman diagram vid TBSMM-mätningar A-C samt AB-BC.**

Bland-Altman diagram jämför  $TBSMM_{BIS}$  och  $TBSMM_{DXA}$  hos 68 (A), 63 (B + AB) och 52 (C + BC) ammande kvinnor postpartum (BMI 25-35). Horisontell linje visar medeldifferensen (kg). Streckad linje visar  $\pm 2$  standardavvikelser. Regressionslinjen visar differensen mellan  $TBSMM_{BIS}$  minus  $TBSMM_{DXA}$  som beroende variabel (y-axel) och medelvärdet av  $TBSMM_{BIS}$  och  $TBSMM_{DXA}$  som oberoende variabel (x-axel).

## 4. Diskussion

Diskussionen innehåller tre delar: metoddiskussion, resultatdiskussion och en kortare diskussion som berör kroppssammansättning och mättekniken BIS ur ett folkhälsovetenskapligt perspektiv.

### 4.1. Metoddiskussion

I tidigare valideringsundersökningar mellan mätmetoder har parat t-test använts för jämförelse av medelvärden och Bland Altman diagram för illustration av överensstämmelse (23, 27). I en valideringsstudie användes dessutom Pearsons korrelationskoefficient, utöver t-test och Bland Altman diagram, för att mäta sambandet mellan en ny metod och en referensmetod (28). Den egenkonstruerade modellen som schematiskt ska illustrera de olika stegen i analysen har legat som grund för arbetets utveckling (se figur 5 i metodavsnittet). Analysen innehåller variablerna FFM, FM och TBSMM genom mätningar av BIS och DXA. Några av variablerna saknades i den ursprungliga SPSS filen så därför kompletterade författaren de variabler som saknades. Om författaren har begått misstag i databearbetningen kan resultaten påverkats negativt.

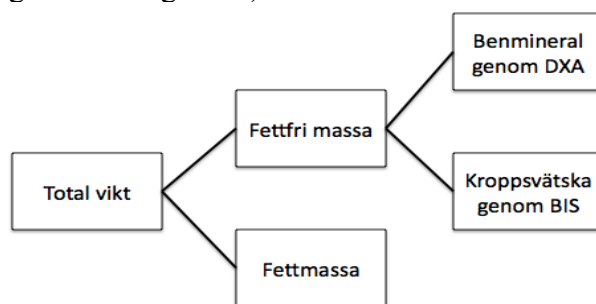
Riktighet beskrivs av som det korrekta, faktiska värdet där en referensmetod jämförs med en annan metod (4). LEVA-studien ger möjlighet till validering av absoluta värden (riktighet) vid tre tillfällen när BIS jämförs med referensmetoden DXA. Den longitudinella designen i LEVA ger även möjlighet att validera precisionen för BIS som handlar om förmågan att upptäcka förändringar vid repeterade mätningar. Förändringen mellan mätning A till C valdes att inte analyseras eftersom författaren ansåg att interventionens slut var början till nästa process (se ”datamaterial från LEVA” i metodavsnittet).

Vid insamlingen av data uppstår vissa frågetecken kring kvaliteten på den insamlade informationen. Validitet innebär att man undersöker det som man avser att undersöka (29). Validitet kan delas in i intern (giltig) och extern (generaliserbar) validitet. I LEVA-studien var gruppen homogen så till vida att inklusionskriterierna redan hade begränsat urvalet vilket är en styrka som stärker kvaliteten (intern validitet). En mer selekterad grupp medför dock att resultaten kan generaliseras i mindre utsträckning. Vidare inklusionskriterier gör spegelvänt gruppen mindre homogen men ger samtidigt större möjligheter till att generalisera (extern validitet). Bortfallet var lågt i LEVA där över 90 % genomförde mätningar efter interventionens slut och över 75 % genomförde de avslutande mätningarna vid ett års uppföljning. Det låga bortfallet visar på god intern validiteten. Det finns ingen anledning att tro att bortfallen skulle ha förändrat resultaten eftersom analysen enbart avser jämförelse mellan metoderna BIS och DXA. Varken antalet bortfall eller egenskaperna hos bortfallet kan ha påverkat resultatet på grund av att mätmetoderna jämförs oavsett vem som mäts.

## 4.2. Resultatdiskussion

Denna studie visar att BIS överskattar fettfri massa och underskattar fettmassa hos överviktiga och obesa kvinnor postpartum vid absoluta mätningar jämfört med resultat från DXA. Nollhypotesen kan därmed förkastas vid absoluta mätningar (A-C) av variablerna FFM och FM. Samtidigt upptäcker BIS förändringar på ett överensstämmande sätt med DXA longitudinellt vid mätning av samma variabler. Nollhypotesen accepteras, det vill säga att analysen (AB och BC) inte gav statistiskt signifikanta skillnader. Resultaten visar även att BIS på gruppnivå korrekt kan prediktera total muskelmassa jämfört med DXA, både för absoluta värden och vid förändring. Nollhypotesen accepteras och enligt resultaten kan framtida undersökningar använda BIS för uppskattning av muskelmassa hos kvinnor postpartum (BMI 25-35).

DXA och BIS är i första hand inte utvecklade att mäta samma egenskaper eftersom DXA primärt uppskattar benmineral och BIS primärt uppskattar totalt kroppsvatten (se figur 3 i ”bakgrund”). BIS kan inte ersätta DXA vid absoluta mätningar men kan ändå på gruppnivå visa förändringar i kroppssammansättning hos överviktiga och obesa kvinnor postpartum. Eftersom kroppen i en 2-delsmodell består av fett och fettfri massa kommer ett överskattat värde för  $FFM_{BIS}$  att leda till ett spegelvänt underskattat värde för  $FM_{BIS}$ . Anledningen till att BIS överskattar FFM i jämförelse med DXA kan bero på förmågan att mäta TBW. En ökning av ca 6-7 liter kroppsvätska under graviditeten innebär att vatten utgör den största komponenten i viktutvecklingen under graviditet (30). I en studie jämfördes två-, tre-, och fyrkomponentmodeller i sen graviditet och tidigt postpartum (31). TBW var förhöjda postpartum och vätskenivåerna hade inte återgått till icke-gravida nivåer en tid efter förlossning vilket omöjliggör beräkning av FFM från TBW. Att förhöjda vätskenivåer i tidig postpartum skulle ha påverkat resultatet i denna studie verkar inte troligt då BIS överskattar FFM genomgående under alla mätningar av FFM (A-C). Dock kvarstår faktumet att DXA och BIS inte mäter exakt samma egenskaper vilket påverkar beräkningen av FFM och indirekt uppskattningen av FM. Att DXA och BIS härstammar från olika teorier om komponenter kan eventuellt vara förklaringen till avvikelser i resultaten. Nedan illustreras tydligare att DXA och BIS beräknar FFM på olika sätt (se även figur 3 i ”bakgrund”).



Figur 12: FFM beräknad av DXA respektive BIS.

Att både reducera fettmassa och bevara muskelmassa, som är den huvudsakliga beståndsdel av FFM, är målet när man behandlar övervikt och fetma. Muskelmassa korrelerar positivt med energiomsättning vilket allmänt innebär att en större muskelmassa leder till en större omsättning av energi i vila (4), vilket kan vara gynnsamt vid viktnegång. BIS kan enligt den här studien användas på gruppnivå för att uppskatta muskelmassa både vid absoluta värden och vid uppföljning. Fälttekniker som bedömer kroppssammansättning, där tillgången på laboratorieutrustning inte är möjlig, är av stort intresse. BIS är portabel och denna studie verifierar delvis att BIS även korrekt kan uppskatta muskelmassa på gruppnivå.

Bland-Altman diagrammen tillför ytterligare en dimension i tolkningen av resultatet. BIS och DXA är två olika metoder som kan beräkna FFM, FM och TBSMM på varierande sätt. Bland och Altman poängterar att det inte är troligt att två metoder matchar identiskt med varandra på gruppnivå (26). Det bör rimligen finnas en samvariation mellan BIS och DXA eftersom de båda metoderna kan uppskatta samma egenskaper. Resultaten bör därför tolkas försiktigt. Denna studie resulterar via Pearsons korrelationskoefficient att många mätningar ger höga korrelationer, vilket enligt Bland och Altman är missledande (26). Exemplet med vågen som beskrevs i metodavsnittet ("Bland-Altman diagram") kan vara en av förklaringarna till att BIS korrelerar starkt med DXA utan att visa på överensstämmelse. Bland-Altman diagrammen kompletterar t-testen och Pearsons korrelationskoefficient genom att illustrera (I) avvikelsen jämfört med referensmetoden, (II) individuell spridning av resultaten och (III) eventuell systematik i avvikelsens spridning.

### 4.3. Folkhälsovetenskapligt perspektiv

Vad kan då dessa resultat leda till ur ett folkhälsovetenskapligt perspektiv? Kan BIS användas för att stärka hälsan i vissa grupper, fungera som ett preventivt hjälpmedel eller ett instrument som främjar hälsan? Kopplingen mellan kroppssammansättning och folkhälsa kan vara svår att förstå. En del förknippar kanske kroppssammansättning som enbart anatomi eller fysiologi och förstår inte dess betydelse i ett större perspektiv. Vid djupare studium av kroppssammansättning avslöjas att ämnet inte är torrt och statiskt, utan ett dynamiskt område med forskning som sträcker från atomnivå till populationsnivå. Att kunna uppskatta kroppens beståndsdelar som till exempel fettmassa, vätskevolym och muskelmassa kan ligga som grund för att bestämma en hälsosam vikt, att formulera rekommendationer om kost och motion vid olika tillstånd, övervaka förändringar i kroppssammansättning hos deltagare i olika interventioner samt förebygga fetma.

Keller understryker behovet av att utveckla interventioner, som LEVA visar, liksom mätningar av effekterna, som denna studie antyder som tar upp kampen med viktproblem efter förlossning (8). Samma författare pekar på betydelsen av att fånga upp kvinnor med viktproblem så tidigt som möjligt i graviditeten för att uppnå bra effekt på lång sikt. Mätning ett år efter förlossning visar att överskottsvikt som

ansamlats under graviditet består hos många kvinnor vilket försämrar kvinnans hälsa. Speciellt de kvinnor som misslyckas med att ligga inom IOMs riktlinjer för önskvärd viktuppgång har en ökad risk för kvarstående övervikt (6). Studier visar även att överviktiga och obesa kvinnor har svårare att initiera amning jämfört med normalviktiga (14).

BIS är en metod med potential att kunna användas i många sammanhang, t ex som fältmetod i samband med graviditet. Mödrahälsovården i Sverige kommer åt nästan alla blivande mödrar vilka kan erbjudas stöd och insatser av varierande slag i ett tidigt skede (7). En kroppssammansättningsmetod som kan användas på fältet är av stor betydelse om den har validerats mot en referensmetod.

## 5. Slutsats

Resultaten i denna studie visar att BIS inte helt korrekt kan analysera kroppssammansättningen hos kvinnor (BMI 25-35) postpartum. På grupp nivå överskattar BIS fettfri massa och underskattar fettmassa vid absoluta mätningar jämfört med DXA. Vid mätning av samma variabler över tid upptäcker BIS förändringar på ett överensstämmande sätt med DXA. BIS kan också på grupp nivå korrekt prediktera total muskelmassa.

Ett intressant område att utforska, utifrån underlaget i LEVA, är att skapa en modell med fyra komponenter där man förenar mätningar från BIS och DXA. BIS mäter totalt kroppsvatten och DXA mäter benmineral där de tillsammans uppskattar fettfri massa. En sådan konstruktion hade eliminerat respektive methods antaganden om de beståndsdelar som inte mäts enskilt, och ger därmed en säkrare bedömning av fettmassa. En modell med fyra komponenter där DXA och BIS kombineras hade gett en bättre uppfattning om hur överviktiga och obesa kvinnors kroppssammansättning förändras postpartum. En studie där en 4-C modell som beräknar FFM jämförs med en 3-C modell (enligt figur 2) från denna studie hade gett bättre svar på om det är BIS som överskattar FFM eller om det är som DXA underskattar FFM.

BIS kan enligt denna studie på grupp nivå korrekt prediktera total muskelmassa hos kvinnor (BMI 25.35) postpartum. Ett annat intressant område att studera ytterligare, är om prediktionsekvationen som användes i LEVA även kan appliceras till större grupper av postpartumkvinnor, t ex i fler åldrar eller oavsett BMI klassificering. Designen som LEVA-studien exemplifierar, med både intervention och longitudinell uppföljning, är en bra utgångspunkt för ytterligare studier på kvinnor postpartum.

## Referenser

1. WHO. Obesity and overweight  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>: World health organization; 2013 [updated March 2013]. Obesity and overweight.
2. Socialstyrelsen. Folkhälsorapport 2009. Folkhälsoinstitutet, FHI, 2009.
3. Heymsfield S. Human body composition. Champaign, IL: Human Kinetics; 2005.
4. Stewart A, Sutton, L. Body composition in sport, exercise and health, : Routledge; 2012.
5. Abrahamsson L, Andersson, Agneta, Becker, Wulf, Nilsson, Gerd. Näringslära för högskolan. Stockholm: Liber; 2006.
6. Weight gain during pregnancy. Institute of Medicine, 2009.
7. Graviditeter, förlossningar och nyfödda barn. Medicinska födelseregistret. Socialstyrelsen, 2013 2013-3-27. Report No.
8. Keller C, Records K, Ainsworth B, Permana P, Coonrod DV. Interventions for Weight Management in Postpartum Women. Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing. 2008;37(1):71-9.
9. Chou T-W, Chan GM, Moyer-Mileur L. Postpartum body composition changes in lactating and non-lactating primiparas. Nutrition. 1999;15(6):481-4.
10. Hatsu IE, McDougald DM, Anderson AK. Effect of infant feeding on maternal body composition. International Breastfeeding Journal. 2008;3(1):18-.
11. Livsmedelsverket. Energi och vikt vid graviditet och amning. 2008.
12. Forsum E, Kabir N, Sadurskis A, Westerterp K. Total energy expenditure of healthy Swedish women during pregnancy and lactation. The American journal of clinical nutrition. 1992;56(2):334.
13. Butte NF, Ellis KJ, Wong WW, Hopkinson JM, Smith EOB. Composition of gestational weight gain impacts maternal fat retention and infant birth weight. American journal of obstetrics and gynecology. 2003;189(5):1423-32.
14. Winkvist A, Rasmussen KM. Impact of Lactation on Maternal Body Weight and Body Composition. Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia. 1999;4(3):309-18.
15. Butte NF, Hopkinson JM. Body composition changes during lactation are highly variable among women. The Journal of nutrition. 1998;128(2 Suppl):381S.
16. Bertz F. Diet and/or exercise treatment for weight loss in overweight and obese women after childbirth 2012.

17. Bertz F, Brekke HK, Ellegård L, Rasmussen KM, Wennergren M, Winkvist A. Diet and exercise weight-loss trial in lactating overweight and obese women. *The American journal of clinical nutrition*. 2012;96(4):698-705.
18. Lindroos A-K, Rössner S. *Fetma: från gen- till samhällspåverkan*. Lund: Studentlitteratur; 2007.
19. Kennel JE. Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiological Reviews*. 2000;80(2):649-80.
20. Heyward VH, Wagner D, Stolarczyk LM. *Applied body composition assessment*. Leeds: Human Kinetics; 2004.
21. Kyle UG, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AMWJ, Pichard C, Bosaeus I, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. 2004.
22. Kim J, Heshka S, Gallagher D, Kotler DP, Mayer L, Albu J, et al. Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. *Journal of Applied Physiology*. 2004;97(2):655-60.
23. Tengvall M, Ellegård L, Malmros V, Bosaeus N, Lissner L, Bosaeus I. Body composition in the elderly: Reference values and bioelectrical impedance spectroscopy to predict total body skeletal muscle mass. 2009.
24. Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Medical engineering & physics*. 2008;30(10):1257-69.
25. Ejlertsson G. *Statistik för hälsovetenskaperna*. Lund: Studentlitteratur; 2003.
26. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *International Journal of Nursing Studies*. 2010;47(8):931-6.
27. Svantesson U. Body composition in male elite athletes, comparison of bioelectrical impedance spectroscopy with dual energy X-ray absorptiometry. *Journal of negative results in biomedicine*. 2008;7:1.
28. F.Slinde, A.Winkvist, L.Ellegård, H.Olausson and H.K.Brekke. Energy expenditure by multisensor armband in overweight and obese lactating women validated by double labeled water. *Obesity*. 2013 2012-12-21;000.
29. Patel R, Davidson B. *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur; 2003.
30. Van Loan MD, Kopp LE, King JC, Wong WW, Mayclin PL. Fluid changes during pregnancy: use of bioimpedance spectroscopy. *Journal of Applied Physiology*. 1995;78(3):1037-42.
31. Hopkinson JM, Butte NF, Ellis KJ, Wong WW, Puyau MR, Smith EO. Body fat estimation in late pregnancy and early postpartum: comparison of two-, three-, and four-component models. *The American journal of clinical nutrition*. 1997;65(2):432.



