

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/02/2021.

Universidade Estadual Paulista
“Júlio De Mesquita Filho”

Faculdade De Ciências Farmacêuticas

**Concordância entre métodos de avaliação da
composição corporal em mulheres obesas
submetidas à cirurgia bariátrica**

Gabriel Cunha Beato

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Alimentos e Nutrição para obtenção
do título de Mestre em Alimentos e
Nutrição.

Área de concentração: Ciências
Nutricionais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Rita
Marques de Oliveira.

Araraquara

2018

**Concordância entre métodos de avaliação da
composição corporal em mulheres obesas submetidas
à cirurgia bariátrica**

Gabriel Cunha Beato

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Alimentos e Nutrição para obtenção
do título de Mestre em Alimentos e
Nutrição.

Área de concentração: Ciências
Nutricionais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Rita
Marques de Oliveira.

Araraquara

2018

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a minha orientadora, professora doutora Maria Rita Marques de Oliveira, pelo apoio, instrução, orientação durante a graduação e, em especial, a pós-graduação.

Agradeço a Faculdade de Ciências Farmacêuticas-UNESP e ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição por toda formação, oportunidades e apoio que recebi.

Agradeço a CAPES pelo auxílio financeiro, sem o qual, seria impossível a realização deste trabalho de mestrado.

Agradecimentos Pessoais

Gostaria de agradecer, primeiramente, minha namorada, companheira de jornada acadêmica, de profissão e de vida, Jéssica, por toda ajuda, paciência, amor e dedicação comigo, desde o início da graduação até o momento da pós-graduação.

Agradeço profundamente meu pai, Marcelo, sem o qual minha jornada até aqui não seria possível. Juntos, acreditamos que toda dificuldade vem para ser somada ao sucesso.

Agradeço aos meus amigos e mentores Claudia e Ignácio por toda dedicação, paciência e carinho que possibilitaram eu enxergar o mundo de maneira diferente.

Agradeço aos meus grandes amigos de pós-graduação Denise, Michele, Alex, Paulina, Mayara e Luciane que tornaram esta etapa da minha vida muito mais divertida e compensatória.

Agradeço também aos meus amigos docentes e funcionários do Departamento de Enfermagem da Faculdade de Medicina de Botucatu, que me acolheram de maneira surpreendentemente carinhosa para compor o dia-a-dia de trabalho e foram, por vezes, psicólogos e conselheiros de vida.

Resumo

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a concordância entre um equipamento de bioimpedância multifrequencial tetrapolar segmentar direta (DSM-BIA) e a água duplamente marcada (ADM) como método de referência na predição da composição corporal de mulheres submetidas à cirurgia bariátrica. **Materiais e Métodos:** Participaram do estudo 20 mulheres obesas mórbidas (idade: $29,3 \pm 5,1$ anos; índice de massa corporal: $44,8 \pm 2,4$ kg/m²) submetidas a cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux. A composição corporal (massa de gordura [MG], massa livre de gordura [MLG] e água corporal total [ACT]) foi avaliada pelo equipamento InBody 230 e ADM nos períodos: pré, 6 e 12 meses após cirurgia. A acurácia entre os métodos foi avaliada pelo viés e pela raiz do erro quadrático médio enquanto a concordância entre os métodos foi avaliada pelo coeficiente de correlação de concordância (CCC) e método Bland Altman. A correlação de Pearson foi calculada para avaliar a correlação entre os métodos. **Resultados:** Foi observada correlação significativa ($p < 0,001$) e boa/excelente CCC entre ambos métodos para avaliação da MG ($r = 0,84-0,92$ CCC = $0,84-0,95$) MGL ($r = 0,73-0,90$ e CCC = $0,68-0,80$) e ACT ($r = 0,76-0,91$ e CCC = $0,72-0,81$) nos períodos pré e pós-cirurgia. Em adição, não foi observado viés significativo entre BIA e ADM para MG (erro médio [EM] = $-1,40-0,60$ kg), MLG (EM = $0,91-1,86$ kg) e ACT (EM = $0,71-1,24$ kg). **Conclusão:** A BIA, nas condições deste estudo, foi capaz de estimar a composição corporal de mulheres obesas e emagrecidas pela cirurgia bariátrica com valores concordantes com o método da ADM.

Palavras-Chave: Concordância; Bioimpedância elétrica; Composição corporal; Obesidade; Cirurgia bariátrica.

Abstract

Objective: This study aimed to evaluate the agreement between a direct segmental multifrequency bioelectrical impedance analysis (DSM-BIA) and doubly labeled water (DLW) as the reference method to predict the body composition of women submitted to bariatric surgery. **Materials and Methods:** Twenty morbidly obese women (age: 29.3 ± 5.1 years; body mass index: 44.8 ± 2.4 kg/m²) underwent Roux-en-Y gastric bypass surgery. Body composition (fat mass [FM], fat free mass [FFM] and total body water [TBW]) was evaluated by the InBody 230 equipment and DLW in the periods: before, 6 and 12 months after surgery. The accuracy between methods was assessed by bias and root mean square error while agreement between the methods was evaluated by the concordance correlation coefficient (CCC) and Bland Altman method. Pearson's correlation was calculated to evaluate the correlation between the methods. **Results:** Correlations were significant ($p < 0.001$) and CCC was good/excellent between both methods for the evaluation of FM ($r = 0.84-0.92$, CCC = 0.84-0.95) FFM ($r = 0.73-0.90$, CCC = 0.68-0.80) and TBW ($r = 0.76-0.91$, CCC = 0.72-0.81) in the pre- and post-surgery periods. In addition, no significant bias was observed between BIA and DLW for FM, (mean error [ME] = -1.40-0.06 kg), FFM (ME= 0.91-1.86 kg) and TBW (ME= 0.71-1.24 kg) measurements. **Conclusion:** The BIA, under the conditions of this study, was able to estimate the body composition of morbidly obese women submitted to bariatric surgery with values consistent with the DLW method.

Key-words: Agreement; Bioelectrical impedance analysis; Body composition; Obesity; Bariatric surgery.

Sumário

	Página
Introdução expandida	8
Capítulo 1. Concordância entre a composição corporal avaliada por bioimpedância e a água duplamente marcada em mulheres obesas submetidas à cirurgia bariátrica	19
Resumo	20
Introdução	21
Método	23
Resultados	26
Discussão	30
Conclusão	32
Referências	32
Considerações finais	39
Referências	40
Anexos	57

1. Introdução Expandida

A obesidade vem se mantendo como um dos principais tópicos discutidos em políticas de saúde no cenário nacional e internacional em função de seu crescimento acelerado na população mundial (1–8). Bem descrita na literatura científica como uma epidemia, a obesidade é caracterizada como um aumento excessivo da massa de gordura corporal que possa ter um impacto negativo na saúde do indivíduo (9). Além disto, podem ocorrer alterações significativas da composição corporal de massa muscular e de água distribuída no organismo (10,11).

O excesso de gordura corporal é escrito como fator de risco para o desenvolvimento de diabetes, síndrome metabólica, hipertensão arterial sistêmica, doenças cardiovasculares e problemas nas articulações (12–18). Contudo, não apenas o excesso de massa de gordura corporal é fator de risco. A composição corporal, como um todo, tem papel importante no prognóstico de indivíduos obesos (10,19). A redução da massa muscular na obesidade está associada com a fragilidade e riscos de fraturas ósseas, diminuição da força e da potência de movimentos básicos e alterações na taxa metabólica de repouso (12,20–26).

A água do organismo está distribuída em dois grandes compartimentos: o intracelular e o extracelular (27). A água do interior das células (citoplasma ou compartimento intracelular) corresponde a cerca de 40% do total do peso de um indivíduo, enquanto a água do líquido extracelular corresponde a 20% (28). O compartimento extracelular corresponde à água do plasma sanguíneo (4%) e à água do líquido intersticial (16%). O estado de hidratação corporal

possui elevada importância na população obesa, podendo suas alterações resultarem em hipo-hidratação ou edemas corporais (20,27,29,30). O baixo consumo de água já identificado em obesos e a redução da massa muscular são diretamente relacionadas à níveis corporais de água reduzidos, o que aumenta as chances de desenvolvimento de litíases renais, problemas circulatórios, alterações psicológicas e de humor, mal funcionamento de órgãos e ocorrências cutâneas (31–34).

O edema corporal também pode ocorrer em função do elevado consumo de sódio presente nos alimentos industrializados desta população (35,36).

A concentração de solutos corporais deve ser a mesma nos compartimentos intra e extracelulares no organismo devido à livre movimentação da água pelas membranas celulares, em resposta a um gradiente osmótico (37). Quando há retenção de sódio no líquido extracelular, a pressão osmótica deste compartimento aumenta e a água intracelular move-se para o compartimento extracelular até que haja equilíbrio osmótico. A hiperosmolalidade do líquido extracelular também pode estimular a sede e a liberação do hormônio antidiurético, determinando um balanço positivo de água no corpo destes obesos (28,38).

Considerada o tratamento mais efetivo na perda ponderal e na melhora das comorbidades relacionadas à obesidade, a cirurgia bariátrica envolve procedimentos restritivos, disabsortivos ou mistos que vêm mostrando serem superiores aos tratamentos clínicos atuais, favorecendo os mecanismos

hormonais de controle do peso e alterando a composição corporal de massa magra e massa gorda (39–42).

A cirurgia reduz o volume estomacal e, conseqüentemente, a ingestão calórica, levando à diminuição da massa corporal total do indivíduo. Além disto, a cirurgia também tem efeito no controle hormonal sobre a saciedade, contribuindo para uma menor ingestão alimentar (43,44).

A redução de massa corporal deve ocorrer de modo a preservar a massa muscular em função da importância deste componente corporal (45–47). Ou seja, o alvo da redução é prioritariamente a massa de gordura corporal.

Diante da importância dos componentes corporais, a determinação, a monitorização e o acompanhamento das alterações esperadas deve ocorrer rotineiramente (43,46).

A composição corporal pode ser definida como o conjunto de componentes que forma a massa corporal de um indivíduo (48,49). Mais especificamente, a composição do corpo pode ser compreendida como a somatória da massa de músculos, massa de órgãos e tecidos, massa óssea, massa de gordura e toda a água distribuída pelo corpo nas formas intracelulares e extracelulares (49,50).

Para a determinação ou estimativa da composição corporal, existem modelos que consideram diferentes distribuições de compartimentos no corpo. São exemplos destes, o modelo que divide o corpo em dois componentes (gordura e massa isenta de gordura), 4 componentes químicos (gordura, água, proteína e mineral), o modelo fluido metabólico (gordura,

fluidos e sólidos intracelulares e extracelulares) e o modelo de componentes anatômicos (tecido adiposo, ossos, músculos esqueléticos músculos não esqueléticos ou tecidos moles) (37,51,52).

A determinação ou estimativa da composição corporal pode ser realizada a partir de métodos diretos, indiretos ou duplamente indiretos (19). O método direto, ou seja, aquele com a maior precisão possível, é aquele que avalia a composição do corpo através de estudos anatômicos com o uso de dissecação física ou físico-química em cadáveres (53). Obviamente, este método é impraticável quando se pretende realizar a determinação da composição corporal nos seres humanos quando ainda vivos. Desta forma, os métodos indiretos são métodos que apresentam limitada aplicação, mas que conseguem resultados bastante precisos em relação aos métodos diretos (54). Estas técnicas, no geral, possuem elevado custo financeiros e empregam análises químicas e físicas como a técnica do potássio (K) radioativo e a absorciometria de feixe duplo (*DXA – dual X-ray absorptiometry*) respectivamente (19,53).

Por fim, métodos duplamente indiretos de avaliação da composição corporal são aqueles validados a partir de métodos indiretos e que contam com análises físicas e bioquímicas, de imagens e antropometria. Fazem parte destes métodos duplamente indiretos a análise e interpretação de circunferências corporais e dobras cutâneas, a diluição de componentes isotópicos estáveis e a análise de bioimpedância corporal (19,51,53).

A determinação da composição corporal por meio da diluição de isótopos estáveis, deutério (^2H) ou oxigênio-18 (^{18}O), se baseia na ingestão

de uma dose conhecida destes componentes pelos voluntários e na determinação, por espectrometria de massa, do enriquecimento isotópico de uma amostra de água corporal (saliva, urina ou sangue), antes (amostra basal) e algumas horas após a ingestão da dose de componente. A água enriquecida nestes isótopos é distribuída por todo o corpo e entra em equilíbrio com a água corporal. Pela diferença de enriquecimento antes e após a ingestão da dose, determina-se então a água corporal total com precisão (55).

Uma vez determinada a água corporal total, é possível estimar a massa magra a partir do princípio da constante de hidratação deste componente que leva em consideração que, em mamíferos, 73,2% da massa magra corporal é composta por água (56). Por fim, a determinação da massa de gordura se dá através da subtração do peso corporal total pela massa magra estimada.

Apesar de ambos os isótopos permitirem a determinação da composição corporal, o uso do ^2H é mais frequente em pesquisas em função do seu menor custo em comparação com o uso do ^{18}O (57).

A água duplamente marcada ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$), combinação dos isótopos ^2H e ^{18}O , é a metodologia padrão-ouro para determinação do gasto energético total de um indivíduo (57). Entretanto, através do cálculo da média de diluição dos dois isótopos e de uma correção desta diluição nos tecidos corporais, é possível também determinar com maior precisão a composição corporal. Desta forma, o uso da água duplamente marcada permite a determinação do gasto energético de repouso e da composição corporal de um indivíduo em uma única vez (55,57,58). Este método é considerado altamente acurado para determinação da massa magra e massa de gordura. Contudo, seu uso é

limitado em função do custo elevado, já que envolve métodos sofisticados de análise e equipamentos caros, como o espectrômetro de massa (57).

A análise da bioimpedância corporal (*bioelectrical impedance analysis*), ou simplesmente a bioimpedância (BIA), é uma técnica de determinação da composição corporal e do estado de hidratação que oferece como vantagens em relação a outros métodos, o fato de ser não-invasiva, razoavelmente de baixo custo, de rápida execução e ser portátil. A partir da emissão de uma ou mais correntes alternadas de radiofrequência, a BIA mede a condutibilidade elétrica dos tecidos corporais de maneira imperceptível e indolor ao usuário (50,59,60). A corrente elétrica é introduzida por eletrodos distais e captada por eletrodos proximais posicionados no corpo, gerando vetores de resistência (medida de oposição pura ao fluxo de corrente elétrica através do corpo) e reatância (oposição ao fluxo de corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular) (61,62). Desta forma, identificados os níveis de resistência e reatância, é calculada a razão entre esses componentes, obtendo-se o valor da impedância (50,62,63).

O princípio da bioimpedância elétrica, fundamentada em 1962 por Thomasset (64), considera que o corpo possui um formato semelhante à um cilindro. Sabendo-se que a resistência (R) de um comprimento de material condutor homogêneo de área de seção transversal uniforme é proporcional ao seu comprimento (L) e inversamente proporcional à sua área de seção transversal, é possível estabelecer uma relação empírica entre o quociente de impedância (L^2/R) e o volume de água corporal rica em eletrólitos condutores de eletricidade. Na prática, é mais fácil medir a altura do que o comprimento

condutor, que geralmente é do pulso ao tornozelo. Portanto, a relação empírica é entre massa corporal magra (tipicamente 73% de água) e altura²/R (50).

Desde estudos pioneiros com esta técnica realizados em 1962 (64) até os dias atuais (65–68), diversos tipos de BIA foram desenvolvidos para propósitos diferentes e tornaram-se amplamente disponíveis comercialmente. Basicamente, as alterações nestes equipamentos se dão na frequência das correntes elétricas, nas diferenças entre o número, tipo e posicionamento dos eletrodos, na posição corporal e na região analisada.

Bioimpedâncias de frequências únicas normalmente trabalham com a passagem de uma corrente elétrica com frequência de 50 kHz e eletrodos posicionados em dois pontos (mão-a-mão, pé-a-pé ou mão-pé) e são incapazes de determinar com exatidão a composição corporal de água intracelular e extracelular (50,69). As determinações ocorrem em função da massa livre de gordura a partir de um conjunto de equações específicas e validadas. Contudo, este tipo de BIA sofre interferências do estado de hidratação do indivíduo e não é capaz de determinar com confiança a massa de gordura corporal (60,70–72).

As bioimpedâncias multifrequenciais trabalham com mais de uma frequência de corrente elétrica, podendo ser de 0, 1, 5, 50, 100, 200 até 500 kHz (50,73,74). Com isso, é possível a determinação não só de massa livre de gordura, mas também da massa corporal de gordura, de água corporal total e a forma de distribuição desta água (intracelular ou extracelular). Estas determinações também ocorrem a partir de fórmulas específicas e de modelos

de regressões mistos e são mais acuradas do que as determinações realizadas com a BIA de frequência única (50,73,74).

Enquanto o posicionamento de apenas dois eletrodos no corpo permite a avaliação da composição corporal geral, a bioimpedância com mais de dois eletrodos posicionados em pontos estratégicos permite uma análise de composição segmentar, ou seja, avalia a composição corporal detalhada de partes do corpo (75). Esta análise de composição combina fórmulas matemáticas que preveem distribuições diferentes de componentes corporais entre braços, pernas e o tronco (50).

Em contraste com o uso de fórmulas matemáticas nas BIA's já descritas, a espectroscopia bioelétrica é um método mais delineado de determinação da composição corporal que utiliza modelagens matemáticas para criar relações entre a resistência da corrente elétrica e fluidos corporais ou também para prever o valor da resistência a 0 ou a 50 kHz e desenvolver equações de predição empiricamente derivadas (50,73,76,77).

Já a bioimpedância com análise de vetores é um método de análise da composição corporal diferente das demais BIA's pois, em vez de basear a determinação de componentes corporais através de fórmulas e modelos matemáticos, avalia a medida direta do vetor de impedância e a interpretação dos dados é realizada a partir da plotagem da resistência e da reatância divididas pela altura do indivíduo em um gráfico, com auxílio de *softwares* específicos. Este tipo de análise é superior aos demais métodos de BIA, pois fornece medidas de resistência e reatância que permitem a detecção, o monitoramento e o estado de hidratação e nutrição do indivíduo. Contudo, não

há valores de referências em diferentes populações e mais estudos ainda são necessários para validar este método (50,78–80).

Diante das particularidades das BIA's supracitadas, a empresa BIOSPACE criou uma metodologia inovadora, a bioimpedância elétrica com medição segmentar direta (*direct segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis*, DSM-BIA) que assume o corpo como sendo composto por cinco cilindros (quatro membros e tronco) e mede a impedância destas partes separadamente, por meio de várias frequências elétricas com o uso de oito eletrodos táteis. A análise da composição corporal segmentar fornece medição segmentar da água corporal, massa muscular e massa livre de gordura. Esta análise é altamente precisa, pois, o valor medido de uma determinada parte não afeta as medidas de outros segmentos. Além disto, esta tecnologia não utiliza de fórmulas empíricas para realizar qualquer estimativa, sendo que as únicas variáveis utilizadas são a estatura e o sexo (inseridos manualmente) e o peso corporal (aferido pelo próprio equipamento) (68,81,82).

Em função dos diferentes tipos de aparelho de bioimpedância, das equações utilizadas em cada sistema e das características corporais do(s) indivíduo(s) em que se pretende realizar a determinação da composição corporal, a escolha do método e do equipamento deve estar pautada de forma a obter o resultado mais fidedigno e acurado possível.

Instrumentos ou métodos acurados são aqueles capazes de fornecerem resultados corretos, fidedignos, sobre aquilo que se pretende avaliar. Para uma correta determinação da composição corporal, o método

deve possuir uma elevada exatidão, ser confiável, além de ser reprodutível quantas vezes forem necessárias sob condições semelhantes (83–86). Quando se pretende avaliar se um método ou instrumento pode substituir um método tido como padrão-ouro ou padrão de referência, deve-se analisar se o instrumento gera resultados concordantes com o método referência e validá-lo em uma população específica (72,87–89).

Na população obesa, diferentes tipos de BIA's foram testados e contra métodos tomados como padrão-ouro (19,63,71,73,74,79,90–98).

Em adolescentes obesos, a BIA multifrequencial apresentou resultados concordantes com a DXA na determinação da composição corporal (94), porém, isto não foi verificado quando o método utilizado como padrão-ouro foi a diluição do óxido de deutério (92).

Já em adultos obesos, o aumento dos valores do índice de massa corporal e da circunferência da cintura reduziram os valores de resistência e reatância obtidos com a BIA de frequência única (99). Outros trabalhos mostraram que, quando comparados aos resultados com a DXA, a BIA unifrequencial tetrapolar (86,100) e a BIA multifrequencial tetrapolar (96,97,100,101) não apresentaram concordância nas variáveis de componentes corporais. Estes resultados negativos também foram observados quando utilizada a espectroscopia bioelétrica (102) e a bioimpedância com análise de vetores (103). Entretanto outros autores encontraram resultados satisfatórios com a BIA unifrequencial tetrapolar (74,79,86,88,90,104,105) e a BIA multifrequencial tetrapolar (74,96,106) na comparação com outros métodos.

Os resultados destes estudos são conflitantes e expressam a complexidade na avaliação corporal destes indivíduos.

Na população bariátrica, a avaliação a longo prazo da composição corporal tem sido discutida e relacionada com resultados positivos para a saúde. Tratando-se da bioimpedância, além da escassez na literatura científica, há também escassez de protocolos de preparação e realização deste exame, para interpretação dos resultados obtidos e para o acompanhamento das modificações na composição corporal. Isto tudo dificulta uma monitorização acurada das alterações corporais subsequentes ao procedimento cirúrgico.

É a partir deste cenário que se justificou a realização deste trabalho, o qual objetivou avaliar a concordância da bioimpedância elétrica multifrequencial tetrapolar segmentar direta (DSM-BIA) como método de determinação da composição corporal no acompanhamento de obesas submetidas à cirurgia bariátrica durante um ano, tomando-se como referência o método da água duplamente marcada.

Capítulo 1.

Concordância entre a composição corporal avaliada por bioimpedância e a água duplamente marcada em mulheres obesas submetidas à cirurgia bariátrica.

Concordância entre a composição corporal avaliada por bioimpedância e a água duplamente marcada em mulheres obesas submetidas à cirurgia bariátrica.

Gabriel Cunha Beato¹
Michele Novaes Ravelli¹
Alex Harley Crisp²
Maria Rita Marques de Oliveira³

¹Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, UNESP.

²Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP.

³Departamento de Educação do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP.

2. Considerações finais

O presente trabalho revelou que, apesar do delineamento limitado, a tecnologia da bioimpedância multifrequencial tetrapolar segmentar direta possui potencial como ferramenta para determinação da composição corporal de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica. É importante destacar que para ser indicada como um instrumento de avaliação desta população, mais estudos são necessários, com tamanhos amostrais maiores, realizando validações contra outros métodos padrão-ouro de avaliação a composição corporal.

Esta necessidade é ainda mais urgente levando-se em consideração a ausência de protocolos de avaliações da composição corporal de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica com a bioimpedância na literatura científica.

Ressalta-se que este trabalho foi pioneiro na verificação da concordância das variáveis de composição corporal de mulheres submetidas à cirurgia bariátrica avaliados com a DMS-BIA e a água duplamente marcada. Desta forma, este estudo abre caminho para a realização de outros estudos que avaliem comportamento da DSM-BIA na determinação da composição corporal após a realização cirúrgica, principalmente tardiamente.

3. Referências

1. Baker P, Gill T, Friel S, Carey G, Kay A. Generating political priority for regulatory interventions targeting obesity prevention : an Australian case study. *Soc Sci Med* [Internet]. 2017;177:141–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.01.047>
2. Clarke B, Swinburn B, Sacks G. The application of theories of the policy process to obesity prevention : a systematic review and meta-synthesis. *BMC Public Health* [Internet]. 2016;20–2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-016-3639-z>
3. Lyn R, Aytur S, Davis TA, Eyer AA, Evenson KR, Chriqui JF, et al. Policy, Systems, and Environmental Approaches for Obesity Prevention: A Framework to Inform Local and State Action. *J Public Heal Manag Pract*. 2013;19:9–11.
4. Stokes A, Ni Y, Preston SH. Prevalence and Trends in Lifetime Obesity in the U.S., 1988 – 2014. *Am J Prev Med*. 2017;1–9.
5. Gómez EJ. Understanding the United States and Brazil ' s response to obesity : institutional conversion, policy reform, and the lessons learned. *Global Health* [Internet]. 2015;1–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12992-015-0107-y>
6. Bahia L, Silva E, Coutinho F, Barufaldi LA, Abreu GDA, Malhão TA, et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system : cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12(1):1.
7. Zubiaurre PR, Bahia LR, Quarti M, Assumpção RP, Padoin AV,

- Sussembach SP, et al. Estimated Costs of Clinical and Surgical Treatment of Severe Obesity in the Brazilian Public Health System. *Obes Surg*. 2017;
8. Beechy L, Galpern J, Petrone A, Krupa S. Assessment tools in obesity — Psychological measures, diet, activity, and body composition. *Physiol Behav* [Internet]. 2012;107(1):154–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.04.013>
 9. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. 2000;
 10. Sartorio A, Malavolti M, Agosti F, Marinone PG, Caiti O, Battistini N, et al. Body water distribution in severe obesity and its assessment from eight-polar bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr*. 2005;59(2):155–60.
 11. Siervo M, Faber P, Gibney ER, Lobley GE, Elia M, Stubbs RJ, et al. Use of the cellular model of body composition to describe changes in body water compartments after total fasting, very low calorie diet and low calorie diet in obese men. *Int J Obes* [Internet]. 2010;34(5):908–18. Available from: <http://www.nature.com/doi/10.1038/ijo.2010.9>
 12. Tamura LS, Cazzo E, Chaim EA, Piedade SR. Influence of morbid obesity on physical capacity, knee-related symptoms and overall quality of life: A cross-sectional study. *Rev Assoc Med Bras* [Internet]. 2017;63(2):142–7. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302017000200142&lng=en&tlng=en
 13. Czech MP. Insulin action and resistance in obesity and type 2 diabetes.

- Nat Med [Internet]. 2017;23(7):804–14. Available from: <http://www.nature.com/doi/10.1038/nm.4350>
14. Sun AR, Panchal SK, Friis T, Sekar S, Crawford R, Brown L, et al. Obesity-associated metabolic syndrome spontaneously induces infiltration of pro-inflammatory macrophage in synovium and promotes osteoarthritis. PLoS One [Internet]. 2017;12(8):e0183693. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28859108><http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0183693>
 15. Zheng Y, Manson JE, Yuan C, Liang MH, Grodstein F, Stampfer MJ, et al. Associations of weight gain from early to middle adulthood with major health outcomes later in life. Jama [Internet]. 2017;318(3):255. Available from: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2017.7092>
 16. Goni L, Qi L, Cuervo M, Milagro FI, Saris WH, MacDonald IA, et al. Effect of the interaction between diet composition and the PPM1K genetic variant on insulin resistance and β cell function markers during weight loss: results from the Nutrient Gene Interactions in Human Obesity: implications for dietary guidelines. Am J Clin Nutr [Internet]. 2017;(C):3–6. Available from: <http://ajcn.nutrition.org/content/early/2017/08/02/ajcn.117.156281.abstract>
 17. Bell JA, Kivimaki M, Hamer M. Metabolically healthy obesity and risk of

- incident type 2 diabetes: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Obes Rev.* 2014;15(6):504–15.
18. Gersing AS, Schwaiger BJ, Nevitt MC, Joseph GB, Chanchek J N, Guimaraes JB, et al. Is Weight Loss Associated with Less Progression of Changes in Knee Articular Cartilage among Obese and Overweight Patients as Assessed with MR Imaging over 48 Months? Data from the Osteoarthritis Initiative. *Radiology.* 2017;
 19. Graziany R, Souza M De, Gomes AC, Marques C, Prado M Do, Mota JF. Methods for body composition analysis in obese adults. *Rev Nutr [Internet].* 2014;27(5):569–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1415-52732014000500006>
 20. Wang Z, St-Onge M-P, Lecumberri B, Pi-Sunyer FX, Heshka S, Wang J, et al. Body cell mass: model development and validation at the cellular level of body composition. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2004;286(1):E123–8.
 21. Hames KC, Coen PM, King WC, Anthony SJ, Stefanovic-Racic M, Toledo FGS, et al. Resting and exercise energy metabolism in weight-reduced adults with severe obesity. *Obesity.* 2016;24(6):1290–8.
 22. Geisler C, Braun W, Pourhassan M, Schweitzer L, Gluer CC, Bosy-Westphal A, et al. Age-dependent changes in resting energy expenditure (REE): Insights from detailed body composition analysis in normal and overweight healthy caucasians. *Nutrients.* 2016;8(6):1–11.
 23. Bernstein RS, Thornton JC, Yang MU, Wang J, Redmond AM, Pierson RNJ, et al. Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. *Am*

- J Clin Nutr. 1983 Apr;37(4):595–602.
24. Pourhassan M, Eggeling B, Schautz B, Johannsen M, Kiosz D, Gluer C-C, et al. Relationship between submaximal oxygen uptake, detailed body composition, and resting energy expenditure in overweight subjects. *Am J Hum Biol.* 2015;27(3):397–406.
 25. Waters DL, Baumgartner RN. Sarcopenia and Obesity. *Clin Geriatr Med* [Internet]. 2011;27(3):401–21. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749069011000206>
 26. Groen VA, van de Graaf VA, Scholtes VAB, Sprague S, van Wagenveld BA, Poolman RW. Effects of bariatric surgery for knee complaints in (morbidly) obese adult patients: A systematic review. *Obes Rev.* 2015;16(2):161–70.
 27. Bedogni G, Borghi A, Battistini N. Body water distribution and disease. *Acta Diabetol* [Internet]. 2003;40(1):s200--s202. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00592-003-0065-3>
 28. Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica*. 13ª edição. Elsevier Editora Ltda.; 2017. 1176 p.
 29. Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, Schouten FJ. Body impedance is largely dependent on the intra- and extra-cellular water distribution. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 1989;43(12):845—853. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/2627931>
 30. Ritz P, Vol S, Berrut G, Tack I, Arnaud MJ, Tichet J. Influence of gender and body composition on hydration and body water spaces. *Clin Nutr* [Internet]. 2008;27(5):740–6. Available from:

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261561408001234>
31. Navarro SZ, Pérez-Illamas F. Errors and myths in feeding and nutrition : Impact on the problems of obesity. *Nutr Hosp*. 2013;28:81–8.
 32. Rosinger AY, Lawman HG, Akinbami LJ, Ogden CL. The role of obesity in the relation between total water intake and urine osmolality in US adults, 2009-2012. *Am J Clin Nutr*. 2016 Dec;104(6):1554–61.
 33. Shoag J, Tasian GE, Goldfarb DS, Eisner BH. The New Epidemiology of Nephrolithiasis. *Adv Chronic Kidney Dis* [Internet]. 2015;22(4):273–8. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1548559515000592>
 34. Weingarten TN, Gurrieri C, McCaffrey JM, Richter SJ, Hilgeman ML, Schroeder DR, et al. Acute Kidney Injury Following Bariatric Surgery. *Obes Surg* [Internet]. 2013 Jan;23(1):64–70. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11695-012-0766-1>
 35. Ma Y, He FJ, MacGregor GA. High salt intake: independent risk factor for obesity? *Hypertens (Dallas, Tex 1979)*. 2015 Oct;66(4):843–9.
 36. He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens*. 2009 Jun;23(6):363–84.
 37. Wang ZM, Pierson RNJ, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992 Jul;56(1):19–28.
 38. Andersson B. Regulation of body fluids. *Annu Rev Physiol*. 1977;39:185–200.

39. Peterli R, Steinert RE, Woelnerhanssen B, Peters T, Christoffel-Courtin C, Gass M, et al. Metabolic and hormonal changes after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy: A randomized, prospective trial. *Obes Surg*. 2012;22(5):740–8.
40. Cummings DE, Weigle DS, Frayo RS, Breen PA, Ma MK, Dellinger EP, et al. Plasma Ghrelin Levels after Diet-Induced Weight Loss or Gastric Bypass Surgery. *N Engl J Med* [Internet]. 2002 May 23;346(21):1623–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa012908>
41. Chronaiou A, Tsoli M, Kehagias I, Leotsinidis M, Kalfarentzos F, Alexandrides TK. Lower ghrelin levels and exaggerated postprandial peptide-YY, glucagon-like peptide-1, and insulin responses, after gastric fundus resection, in patients undergoing Roux-en-Y gastric bypass: a randomized clinical trial. *Obes Surg*. 2012 Nov;22(11):1761–70.
42. Rao RS. Bariatric surgery and the central nervous system. *Obes Surg*. 2012 Jun;22(6):967–78.
43. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, al et. Bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *JAMA* [Internet]. 2004 Oct 13;292(14):1724–37. Available from: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.292.14.1724>
44. Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, Wolski K, Brethauer SA, Navaneethan SD, et al. Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes — 3-Year Outcomes. *N Engl J Med* [Internet]. 2014 May 22;370(21):2002–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5451259/>

45. Skogar M, Holmback U, Hedberg J, Riserus U, Sundbom M. Preserved Fat-Free Mass after Gastric Bypass and Duodenal Switch. *Obes Surg* [Internet]. 2016;1–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2476-6>
46. Angrisani L, Vitiello A, Hasani A, Santonicola A, Colicchio P. Endpoint of Bariatric Surgery is Not Only Preservation of Free Fat Mass but Restoration of Normal Body Composition. *Obes Surg*. 2017;1–2.
47. Stefater MA, Wilson-Perez HE, Chambers AP, Sandoval DA, Seeley RJ. All bariatric surgeries are not created equal: Insights from mechanistic comparisons. *Endocr Rev*. 2012;33(4):595–622.
48. Heyward VH. Evaluation of Body Composition. *Sport Med*. 1996;22(3):146–56.
49. Mazzocchi G. Body composition: Where and when. *Eur J Radiol* [Internet]. 2016;85(8):1456–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.10.020>
50. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004;23(5):1226–43.
51. Vivian H. Heyward, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. 1st ed. Manole; 2000. 244 p.
52. Andreoli A, Garaci F, Cafarelli FP, Guglielmi G. Body composition in clinical practice. *Eur J Radiol* [Internet]. 2016;85(8):1461–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.02.005>
53. Martin AD, Drinkwater DT. Variability in the Measures of Body Fat. *Sport*

- Med [Internet]. 1991 May;11(5):277–88. Available from: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-199111050-00001>
54. Monteiro AB, Filho JF. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum. 2002;4(1):80–92.
 55. Schoeller DA, van Santen E, Peterson DW, Dietz W, Jaspan J, Klein PD. Total body water measurement in humans with ¹⁸O and ²H labeled water. Am J Clin Nutr [Internet]. 1980 Dec 1;33(12):2686–93. Available from: <http://ajcn.nutrition.org/content/33/12/2686.abstract>
 56. Pace N, Rathbun EN. Studies on body composition: III. The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. J Biol Chem [Internet]. 1945 May 1;158(3):685–91. Available from: <http://www.jbc.org/content/158/3/685.short>
 57. Bluck L, Forsum E, Hills A, Kurpad A, Mokhtar N, Preston T, et al. Assessment of body composition and total energy expenditure in humans using stable isotope technique. IAEA Hum Heal Ser. 2009;3(3):133.
 58. Schoeller DA. Measurement of Energy Expenditure in Free-Living Humans by Using Doubly Labeled Water. J Nutr [Internet]. 1988 Nov 1;118(11):1278–89. Available from: <http://jn.nutrition.org/content/118/11/1278.short>
 59. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gomez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. Clin Nutr. 2004 Dec;23(6):1430–53.

60. Kraemer M. A new model for the determination of fluid status and body composition from bioimpedance measurements. *Physiol Meas* [Internet]. 2006;27(9):901–19. Available from: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0967-3334/27/9/011>
61. Mialich MS, Maria J, Sicchieri F, Afonso A, Junior J. Analysis of Body Composition : A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *Int J Clin Nutr* 2014, Vol 2, No 1, 1-10. 2014;2(1):1–10.
62. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Switzerland)*. 2014;14(6):10895–928.
63. Heyward VH, Cook KL, Hicks VL, Jenkins KA, Quatrochi JA, Wilson WL. Predictive accuracy of three field methods for estimating relative body fatness of nonobese and obese women. *Int J Sport Nutr*. 1992 Mar;2(1):75–86.
64. Thomasset A. Bio-electrical properties of tissues. *Lyon Med*. 1962;209:1325–52.
65. Zamora Salas JD, Laclé-Murray A. Predictive validity of body fat percentage by bioimpedance compared with deuterium oxide dilution in Costa Rican schoolchildren. *Am J Hum Biol*. 2017;(September 2016).
66. Enomoto M. A Useful Tool As a Medical Checkup in a General Population—Bioelectrical Impedance Analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2017;4(February):3.
67. Vassilev G, Hasenberg T, Krammer J, Kienle P, Ronellenfitsch U, Otto M. The Phase Angle of the Bioelectrical Impedance Analysis as

- Predictor of Post-Bariatric Weight Loss Outcome. *Obes Surg.* 2017;27(3):665–9.
68. Lee LW, Liao YS, Lu HK, Hsiao PL, Chen YY, Chi CC, et al. Validation of two portable bioelectrical impedance analyses for the assessment of body composition in school age children. *PLoS One.* 2017;12(2):1–14.
69. Medicine I of. Emerging Technologies for Nutrition Research: Potential for Assessing Military Performance Capability Committee on Military Nutrition Research, Institute of Medicine [Internet]. Costello SJC-N and RB, editor. Vol. 728, Medicine. National Academy Press; 1997. 0-309 p. Available from: <http://www.nap.edu/catalog/5827.html>
70. Abbas SR, Zhu F, Levin NW. Bioimpedance can solve problems of fluid overload. *J Ren Nutr* [Internet]. 2015;25(2):234–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jrn.2014.10.014>
71. Lara J, Johnstone AM, Wells J, Jebb S, Siervo M. Accuracy of aggregate 2- and 3-component models of body composition relative to 4-component for the measurement of changes in fat mass during weight loss in overweight and obese subjects. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2014;39(8):871–9. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=97252146&site=ehost-live&scope=cite>
72. Seoane F, Abtahi S, Abtahi F, Ellegård L, Johannsson G, Bosaeus I, et al. Mean expected error in prediction of total body water: A true accuracy comparison between bioimpedance spectroscopy and single frequency regression equations. *Biomed Res Int.* 2015;2015.

73. Jennifer R. Mager, Shalamar D. Sibley, Tiffany R. Beckman, Todd A. Kellogg and CPE. Multifrequency bioelectrical impedance analysis and bioimpedance spectroscopy for monitoring fluid and body cell mass changes after gastric bypass surgery. *Clin Nutr.* 2008;27(6):832–41.
74. Pateyjohns IR, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM. Comparison of three bioelectrical impedance methods with DXA in overweight and obese men. *Obesity (Silver Spring).* 2006;14(11):2064–70.
75. Tucker KL, Morita K, Qiao N, Hannan MT, Cupples LA, Kiel DP. Colas , but not other carbonated beverages , are associated with low bone mineral density in older women. *Am J Clin Nutr.* 2006;(2):936–42.
76. Ward LC, Dyer JM, Byrne NM, Sharpe KK, Hills AP. Validation of a three-frequency bioimpedance spectroscopic method for body composition analysis. *Nutrition.* 2007;23(9):657–64.
77. Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ, Earthman CP. Bioimpedance at the Bedside: Current Applications, Limitations, and Opportunities. *Nutr Clin Pract* [Internet]. 2015;30(2):180–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25613832%5Cnhttp://ncp.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0884533614568155>
78. Buffa R, Mereu E, Comandini O, Ibanez ME, Marini E. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for the assessment of two-compartment body composition. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2014;68(11):1234–40. Available from: <http://www.nature.com/doi/10.1038/ejcn.2014.170>

79. Nicoletti CF, Camelo JS, Dos Santos JE, Marchini JS, Salgado W, Nonino CB. Bioelectrical impedance vector analysis in obese women before and after bariatric surgery: Changes in body composition. *Nutrition*. 2014;30(5):569–74.
80. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - Clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr* [Internet]. 2012;31(6):854–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008>
81. Seino S, Shinkai S, Iijima K, Obuchi S, Fujiwara Y, Yoshida H, et al. Reference values and age differences in body composition of community-dwelling older Japanese men and women: A pooled analysis of four cohort studies. *PLoS One*. 2015;10(7):1–15.
82. Biospace. InBody230 User's manual.
83. Ling CHY, de Craen AJM, Slagboom PE, Gunn DA, Stokkel MPM, Westendorp RGJ, et al. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr* [Internet]. 2011;30(5):610–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2011.04.001>
84. Watson PF, Petrie A. Method agreement analysis: A review of correct methodology. *Theriogenology* [Internet]. 2010;73(9):1167–79. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.01.003>
85. Bland JM, Altman DG. *Statistical Methods for Assessing Agreement*

- Between Two Methods of Clinical Measurement. *Lancet* [Internet]. 1986;327:307–10. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673686908378>
86. Minderico CS, Silva AM, Keller K, Branco TL, Martins SS, Palmeira AL, et al. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. *Br J Nutr*. 2008;99(2):432–41.
87. Lin LI, McBride G, Bland JM, Altman DG. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient. *NIWA Client Rep* [Internet]. 2005;45(1):307–10. Available from: [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673686908378%5Cn%3CGo to ISI%3E://A1989U124500022](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673686908378%5Cn%3CGo%20to%20ISI%3E%3A%2F%2F0140673686908378)
88. Widen EM, Strain G, King WC, Yu W, Lin S, Goodpaster B, et al. Validity of Bioelectrical Impedance Analysis for Measuring Changes in Body Water and Percent Fat after Bariatric Surgery. *Obes Surg*. 2014;24(6):847–54.
89. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* [Internet]. 1999;8(2):135–60. Available from: <http://smm.sagepub.com/cgi/doi/10.1191/096228099673819272>
90. Dixon JB, Bhasker AG, Lambert GW, Lakdawala M. Leg to leg bioelectrical impedance analysis of percentage fat mass in obese patients. Can it tell us more than we already know? *Surg Obes Relat Dis* [Internet]. 2016;12(7):1397–402. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2016.01.027>

91. Kasvis P, Cohen TR, Loisel SÈ, Kim N, Hazell TJ, Vanstone CA, et al. Foot-to-foot bioelectrical impedance accurately tracks direction of adiposity change in overweight and obese 7- to 13-year-old children. *Nutr Res* [Internet]. 2015;35(3):206–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nutres.2014.12.012>
92. Resende CMM, Camelo JS, Vieira MNM, Ferrioli E, Pfrimer K, Perdona GSC, et al. Body composition measures of obese adolescents by the deuterium oxide dilution method and by bioelectrical impedance. *Brazilian J Med Biol Res*. 2011;44(11):1164–70.
93. Plasqui G, Soenen S, Westerterp-Plantenga MS, Westerterp KR. Measurement of longitudinal changes in body composition during weight loss and maintenance in overweight and obese subjects using air-displacement plethysmography in comparison with the deuterium dilution technique. *Int J Obes* [Internet]. 2011;35(8):1124–30. Available from: <http://www.nature.com/doi/10.1038/ijo.2010.250>
94. Verney J, Metz L, Chaplais E, Cardenoux C, Pereira B, Thivel D. Bioelectrical impedance is an accurate method to assess body composition in obese but not severely obese adolescents. *Nutr Res* [Internet]. 2016;36(7):663–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nutres.2016.04.003>
95. Hirsch KR, Smith-ryan AE, Blue MNM, Mock MG, Trexler ET. Influence of segmental body composition and adiposity hormones on resting metabolic rate and substrate utilization in overweight and obese adults. *J Endocrinol Invest*. 123AD;0(0):0.

96. Shafer KJ, Siders WA, Johnson LAK, Lukaski HC. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. *Nutrition* [Internet]. 2009;25(1):25–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2008.07.004>
97. Yu O-K, Rhee Y-K, Park T-S, Cha Y-S. Comparisons of obesity assessments in over-weight elementary students using anthropometry, BIA, CT and DEXA. *Nutr Res Pract* [Internet]. 2010;4(2):128. Available from: <https://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.4162/nrp.2010.4.2.128>
98. de Cleve R. Body Composition Evaluation in Severe Obesity: A Critical Review. *Adv Obesity, Weight Manag Control* [Internet]. 2016;4(6). Available from: <http://medcraveonline.com/AOWMC/AOWMC-04-00113.php>
99. Fernandez M, Toimil RF, Rasslan Z, Ilias EJ, Lúcia A, Gradinar T, et al. Assessment of body fat in obese patients preoperatively for bariatric surgery. *Brazilian Arch Dig Surg*. 2016;29(Suppl1):59–61.
100. Völgyi E, Tylavsky FA, Lyytikäinen A, Suominen H, Alén M, Cheng S. Assessing Body Composition With DXA and Bioimpedance: Effects of Obesity, Physical Activity, and Age. *Obesity* [Internet]. 2008;16(3):700–5. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1038/oby.2007.94>
101. Faria ER de, Faria FR de, Gonçalves VSS, Franceschini SCC, Peluzio M do CG, Ana LF da RS, et al. Prediction of body fat in adolescents : comparison of two electric bioimpedance devices with dual-energy X-ray

- absorptiometry. *Nutr Hosp*. 2014;30(6):1270–8.
102. Ward LCC. Bioelectrical impedance validation studies: alternative approaches to their interpretation. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2013;67(S1):S10–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2012.159>
103. Donini LM, Poggiogalle E, Del Balzo V, Lubrano C, Faliva M, Opizzi A, et al. How to estimate fat mass in overweight and obese subjects. *Int J Endocrinol* [Internet]. 2013;2013:1–9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3639623&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
104. Strain GW, Ebel F, Honohan J, Gagner M, Dakin GF, Pomp A, et al. Fat-free mass is not lower 24 months postbariatric surgery than nonoperated matched controls. *Surg Obes Relat Dis* [Internet]. 2017;13(1):65–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2016.03.003>
105. Savastano S, Belfiore A, Di Somma C, Mauriello C, Rossi A, Pizza G, et al. Validity of bioelectrical impedance analysis to estimate body composition changes after bariatric surgery in premenopausal morbidly women. *Obes Surg*. 2010;20(3):332–9.
106. Park KS, Lee DH, Lee J, Kim YJ, Jung KY, Kim KM, et al. Comparison between two methods of bioelectrical impedance analyses for accuracy in measuring abdominal visceral fat area. *J Diabetes Complications* [Internet]. 2016;30(2):343–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2015.10.014>