

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Graduação em Nutrição**

Camila Lazzari

**GASTO ENERGÉTICO MEDIDO POR CALORIMETRIA INDIRETA
EM PACIENTES COM DIABETES MELITO TIPO 2**

**Porto Alegre
2016**

Camila Lazzari

**GASTO ENERGÉTICO MEDIDO POR CALORIMETRIA INDIRETA
EM PACIENTES COM DIABETES MELITO TIPO 2**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado ao curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Nutrição.

Orientadora:

Prof^ª Dr^ª Thais Steemburgo

Porto Alegre

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Lazzari, Camila
GASTO ENERGÉTICO MEDIDO POR CALORIMETRIA INDIRECTA
EM PACIENTES COM DIABETES MELITO TIPO 2 / Camila
Lazzari. -- 2016.
47 f.

Orientadora: Thais Steemburgo.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Medicina, Curso de Nutrição, Porto Alegre, BR-RS,
2016.

1. Calorimetria Indireta. 2. Taxa de Metabolismo
Basal. 3. Diabetes Melito tipo 2. I. Steemburgo,
Thais, orient. II. Título.

Camila Lazzari

**GASTO ENERGÉTICO MEDIDO POR CALORIMETRIA INDIRETA EM
PACIENTES COM DIABETES MELITO TIPO 2**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado ao curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Nutrição.

Orientadora: Prof. Dra. Thais Steemburgo

Conceito final:

Aprovado em: _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª: Dra. Carolina Guerini

Prof^ª: Dra. Gabriela Correa Souza

Orientadora - Prof^ª: Dra Thais Steemburgo (UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Tarsízio e Terezinha, que mesmo sem ter tido a oportunidade de estudo quando jovens, sempre incentivam a mim e a meu irmão, Eduardo, e não medem esforços para que consigamos chegar onde desejamos. Vocês são os principais responsáveis por eu estar concluindo essa etapa e quero que saibam que sou muito grata por toda a paciência, carinho e atenção que sempre foi dedicada a mim e ao Eduardo.

Ao Eduardo que me mostrou que irmãos podem ser verdadeiros amigos e que é capaz de ouvir todos os meus planos para o futuro e no fim me olhar e falar: “quando tu mudares de ideia, de novo, pode vir me contar teus novos planos”. Obrigada por confiar em mim e fazer com que eu confie em ti também.

Ao meu namorado, Daniel, que está passando pela mesma etapa que eu, concluindo o TCC. Acredito que todo apoio e compreensão que existe entre nós é recíproco e que esse incentivo de ambas as partes foi e continua sendo muito importante para nos manter focados nos nossos objetivos.

À professora e orientadora, Thais Steemburgo, por toda orientação e atenção fornecida a mim, durante toda a formulação deste trabalho. Obrigada pelas oportunidades proporcionadas e por todo conhecimento e experiência compartilhada comigo.

Ao Professor Álvaro Reischak de Oliveira que possibilitou a realização deste trabalho nos permitindo a utilização de seus equipamentos. Ao mestrando Juliano Farinha, que nos dias de teste chegava ao local antes das 07:00h da manhã, no inverno rigoroso do Sul do País, para preparar o equipamento necessário.

Por fim, mas não menos importante, às amigas de graduação, que se tornaram minha família durante a semana, fazendo com que eu não me sentisse sozinha em uma cidade tão grande, com tantos estilos de vida diferentes; que me mostraram que é possível se encaixar em qualquer lugar, desde que aja empatia, e que é possível construir amizades nesses locais; que durante esses quatro anos deram forças umas às outras para continuar em frente. Obrigada pela parceria de sempre.

“Se alguém já lhe deu a mão e não pediu mais nada em troca, pense bem, pois é um dia especial; eu sei não é sempre que a gente encontra alguém que faça bem, que nos leva desse temporal; o amor é maior que tudo, do que todos, até a dor se vai quando olhar é natural; sonhei que as pessoas eram boas em um mundo de amor; acordei nesse mundo marginal...”

(Cidadão Quem)

O presente trabalho atende as normas da Comissão de Graduação em Nutrição para trabalho de conclusão de curso com os seguintes itens:

Art. 15º O TCC poderá ser entregue como monografia ou artigo científico.

Parágrafo 1º O TCC em formato de monografia deverá seguir as normas vigentes estabelecidas pela biblioteca da Faculdade de Medicina.

Parágrafo 2º O TCC em formato de artigo científico deverá conter:

1. Resumo estruturado (conforme as normas vigentes da biblioteca)
2. Revisão da literatura e lista de referências (conforme as normas vigentes da biblioteca)
3. Artigo original (no formato da revista de interesse)
4. Anexos necessários e normas da revista de interesse de submissão.

RESUMO

Introdução: O Diabetes Mellito (DM) é uma doença crônica que acomete parte significativa da população mundial e constitui um importante problema de saúde pública em razão da elevada prevalência e morbi-mortalidade, além dos custos envolvidos no seu tratamento. O DM tipo 2 é a forma mais comum da doença, ocorrendo geralmente na vida adulta. É caracterizado pela resistência à ação da insulina e consequente hiperglicemia que em longo prazo é responsável pelo desenvolvimento das complicações crônicas microvasculares e macrovasculares. Medidas não farmacológicas como o manejo nutricional são capazes de reduzir o peso e contribuir para a obtenção um bom controle glicêmico. Para isso é necessário que o planejamento dietético tenha como base o cálculo da necessidade energética de forma correta. A taxa metabólica basal (TMB) é definida como a energia gasta para manter as atividades metabólicas mínimas do organismo e é o principal contribuinte do gasto energético total. Deste modo a mensuração correta da TMB é primordial para um bom planejamento dietético e a utilização da calorimetria indireta (CI) é critério de referência para sua avaliação. Por ter um gasto elevado, na prática clínica a CI não é utilizada, dando lugar às fórmulas de predição que podem ser pouco sensíveis e superestimar ou subestimar a real necessidade calórica do indivíduo.

Objetivo: Avaliar as principais equações de predição da TMB frente ao critério de referência, a CI, em pacientes com DM tipo 2, a fim de verificar a validade das equações nessa população.

Métodos: Estudo de teste diagnóstico em 21 pacientes com DM do tipo 2, de ambos os sexos, selecionados de forma consecutiva no Ambulatório de Endocrinologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). As equações de predição de TMB utilizadas foram: Mifflin St. Jeor, Schoefield, Harris e Benedict e a FAO/WHO/UNO. O grau de concordância entre os métodos foi verificado usando o procedimento sugerido por Bland e Altman (1986).

Resultados: Nossos resultados demonstraram a variação entre os métodos de predição de -13,6% a -5,6% (Kcal/dia) quando comparados a CI. As equações de predição propostas por Mifflin St. Jeor, Schoefield e Harris e Benedict subestimaram em -13,6%, -11,1% e -7,9% Kcal/dia, respectivamente. A equação que mais se aproxima da estimativa real foi à proposta pela FAO/WHO/UNO, ainda que ela tenha subestimado os valores da CI em -5,6% Kcal/dia.

Conclusão: Em pacientes com DM tipo 2, o presente estudo indica que a equação da FAO/WHO/UNO foi a que mais se aproximou dos valores de TMB medidos pela CI.

Palavras-chave: Calorimetria Indireta. Taxa de Metabolismo Basal. Diabetes Melito tipo 2.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráficos de Bland-Altman comparando os valores de TMB obtidos pela CI com as seguintes equações de predição:	32
a) CI vs. Mifflin St. Jeor	32
b) CI vs. Schofield	32
c) CI vs. Harris e Benedict	33
d) CI vs. FAO/WHO/UNO	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Equações de predição da TMB.....	25
Tabela 2. Características da amostra de 21 pacientes com DM tipo 2:	31
Tabela 3. Valores da TMB medida por CI e estimada pelas equações de predição em 21 pacientes com DM tipo 2:.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

DM: Diabete Melito

TMB: Taxa de Metabolismo Basal

CI: Calorimetria Indireta

O2: Oxigênio

CO2: Gás Carbônico

OMS: Organização Mundial da Saúde

IMC: Índice de Massa Corporal

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

HCPA: Hospital de Clínicas de Porto Alegre

HbA1C: Hemoglobina Glicada

MM: Massa Muscular

SUMÁRIO

1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA A SER ABORDADO	12
1.1 Diabetes Melito	12
1.2 Importância da avaliação da taxa metabólica basal	13
1.3 Taxa de Metabolismo Basal e Diabetes Melito.....	14
2 JUSTIFICATIVA.....	15
3 OBJETIVO GERAL	15
4 DELINEAMENTO DO ESTUDO	15
5 REFERÊNCIAS	16
6 ARTIGO ORIGINAL	19
ANEXO - NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA	38

1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA A SER ABORDADO

1.1 Diabetes Melito

O Diabetes Melito (DM) é uma doença crônica que afeta cerca de 415 milhões de pessoas no mundo, entre 20-79 anos, o que representa 8,8% dos adultos e estima-se que em aproximadamente 25 anos esse número atinja a 642 milhões de pessoas (IDF, 2015). Cerca de 75% dos indivíduos que apresentam DM vivem em países de baixa e média renda (IDF, 2015). No Brasil, a prevalência de DM no ano de 2015 foi de 14,3 milhões de pessoas, e estima-se que para o ano de 2040 ocorra um aumento para 23,3 milhões de pessoas com esta patologia (IDF, 2015).

O DM tipo 2 é a forma mais comum da doença e ocorre geralmente na vida adulta, sendo em grande parte resultado de um excesso de peso corporal e/ou aumento do percentual de gordura. É caracterizado pela resistência à ação da insulina, onde o pâncreas é ainda capaz de produzir insulina, mas o corpo se torna resistente à mesma e como resultado ocorre à hiperglicemia que em longo prazo é responsável pelo desenvolvimento das complicações crônicas microvasculares, neuropáticas e, possivelmente, macrovasculares (ADA, 2016). A gravidade das complicações do diabetes e os meios necessários para controlá-las tornam essa doença muito dispendiosa, tanto para os indivíduos afetados e suas famílias, bem como para o sistema de saúde (SBD, 2015).

As intervenções não medicamentosas como mudanças no estilo de vida que inclui perda de peso, associada a uma redução na ingestão de energia, beneficia estes pacientes com sobrepeso ou obesidade no controle da glicemia. A escolha de alimentos saudáveis, com a quantidade e a qualidade correta de nutrientes também contribui para o controle glicêmico e pode garantir ao indivíduo com DM uma melhor qualidade de vida (ADA, 2016).

Nos pacientes com DM tipo 2, a maioria destes com excesso de peso ou obesidade, para a redução do peso e obtenção do controle glicêmico, é necessário que o planejamento dietético tenha como base o cálculo da necessidade energética de forma correta. Sendo assim, a taxa metabólica basal (TMB) é o principal contribuinte do gasto energético total e a composição corporal é o determinante principal da TMB (IKEDA et al., 2013). De fato, um dos principais interesses na determinação da TMB é a forma precisa de quanto de um indivíduo deve ingerir para a manutenção de seu metabolismo básico e a partir daí, levando em consideração outros fatores, determinar quanto de calorias este indivíduo deve consumir. As informações sobre o real consumo e gasto energético são cada vez mais importantes em estudos que envolvem o

estado nutricional permitindo assim uma avaliação nutricional mais completa, diferenciada e específica para cada indivíduo (LEVINE, 2005).

1.2 Importância da avaliação da taxa metabólica basal

A TMB é definida como a energia gasta para manter as atividades metabólicas mínimas do organismo e é o principal componente do gasto energético diário (IKEDA et al., 2013). A homeostase do peso corporal ocorre quando há um equilíbrio entre o consumo e o gasto energético; porém, se ocorrer um aumento do consumo de energia em relação a TMB um excesso de peso é estabelecido. (KAIYALA et al., 2011)

Vários métodos diferentes podem ser utilizados para medir/estimar o gasto energético e dentre eles podemos destacar a calorimetria indireta (CI) e as equações de predição da TMB. A CI mensura a produção de energia com base nas trocas gasosas de oxigênio (O₂) e gás carbônico (CO₂) que ocorrerem entre o organismo e o meio ambiente. Além disso, a quantidade e a natureza dos substratos energéticos que o organismo está metabolizando também são identificados por esse método, classificado como não invasivo. (DIENER, 1997)

Diversas equações de predição são utilizadas para a determinação da TMB. Algumas levam em consideração o peso, a altura e a idade do indivíduo, como as proposta por Harris e Benedict (HARRIS & BENEDICT, 1918) e Mifflin St. Jeor (MIFFLIN-St.J, 1990); ainda, há fórmulas propostas que contemplam além do peso, a idade em diferentes pontes de coorte, como as equações de Schofield (SCHOFIELD, 1985) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) – FAO/WHO/UNO – (FAO, 1985).

Entretanto, o valor da TMB estimada pelas equações pode ser pouco sensível. Um estudo realizado nesta Universidade comparou o valor da TMB medida através da CI com as fórmulas de predição. Foram avaliados 26 indivíduos com obesidade grau 1, de ambos os sexos, cujo o objetivo era verificar a validade das equações nessa população. Os achados do estudo demonstraram que a TMB medida por CI nesses indivíduos obesos é significativamente menor se comparado com as equações de predição. Neste estudo, os autores não recomendam a utilização das equações para predizer a TMB em sujeito obesos, e sim a realização da medida por meio CI (LOPES et al., 2010).

Outro estudo realizado com homens e mulheres vietnamita, idosos eutróficos (com idade entre 61 e 71 anos) comparou a equação de predição da FAO/WHO/UNO com os valores encontrados pela CI. Os achados mostram que a fórmula superestima as necessidades energéticas dessa população quando comparada com a CI – 10,9% em homens e 11,1% em

mulheres (NHUNG et al., 2007).

Vários fatores têm influência na variabilidade da TMB, medida pela CI, como o sexo, idade, tabagismo, atividade física, presença da obesidade, DM tipo 2 e hipertensão arterial sistêmica, além dos fatores genéticos (HAGEDORN, 2012). Ainda, a ingestão calórica também pode ser um componente que atue na variabilidade da TMB uma vez que é um componente do balanço energético extremamente difícil de ser quantificada, já que é possível que quando observado, o indivíduo tende a alterar seus hábitos alimentares (YON et. al., 2006; JOHNSON et. al., 2005). De fato, um estudo realizado em mulheres obesas, sem DM, demonstrou que mulheres com baixa ingestão calórica, aferidas por questionário alimentar, apresentaram valores diminuídos de TMB o que favoreceria um desequilíbrio no balanço energético e conseqüente ganho de peso (RODRIGUES et. al., 2008). Neste mesmo estudo os autores discutem a possibilidade que mulheres obesas subestimem a sua ingestão calórica e ainda que a manutenção deste peso corporal em algumas pacientes se deve à diminuição da atividade física.

1.3 Taxa de Metabolismo Basal e Diabetes Melito

Em se tratando de indivíduos com DM, alguns estudos também mostram que as equações de predição são pouco sensíveis, que podem superestimar ou subestimar valores encontrados pela CI. Uma pesquisa realizada com 28 mulheres adultas com DM tipo 2 (com idades entre 37 e 59 anos) mostrou que a equação da FAO/WHO/UNO superestimou a TMB medida por CI em 10,58%, enquanto que a Mifflin St. Jeor subestimou a TMB mensurada em 2,58%. (FERREIRA, 2013)

Além disso, a TMB de pacientes com DM já foi estudada por alguns autores. Ryan et al. (2006), avaliaram a TMB de pacientes obesos com e sem DM e nos achados, eles mostraram que não houve diferença entre a TMB dos dois grupos (nem diferença absoluta, nem diferença entre a relação da TMB com a massa livre de gordura). Já Huang et al. (2004), avaliaram a TMB de pacientes obesos diabéticos e não diabéticos e como resultado encontraram que pacientes severamente obesos com DM tiveram consistentemente maior TMB após o ajuste para todas as outras variáveis (idade, gênero, peso, altura, IMC, massa livre de gordura e porcentagem de massa gorda). Gougeon et al. (2002) realizaram um estudo avaliando a TMB de pacientes com DM tipo 2 e após corrigi-la para peso, massa livre de gordura, idade e sexo, encontraram um aumento de até 8% nos pacientes com controle glicêmico inadequado (glicemia de jejum >180mg/dl).

O principal objetivo do tratamento em pacientes com DM é a obtenção de um controle glicêmico estrito para prevenir as complicações crônicas da doença, que são a principal causa de morbimortalidade nestes indivíduos (ADA, 2016). Deste modo, a utilização do valor mais fidedigno das necessidades energéticas de um indivíduo é fundamental. Um ganho de peso e de gordura pode ocorrer quando o planejamento nutricional superestimar as necessidades reais do indivíduo e se as necessidades forem subestimadas, o paciente pode vir a perder peso. Sendo assim, torna-se primordial que métodos confiáveis de avaliação da TMB sejam adotados para uma melhor prescrição dietética. (PEREIRA et al., 2012)

2 JUSTIFICATIVA

O melhor controle glicêmico está intimamente associado ao controle de peso em pacientes com DM tipo 2 e a uma melhor qualidade de vida no indivíduo afetado. Para tal é necessário que um bom planejamento dietético seja traçado, levando em consideração a real necessidade energética dos mesmos. Não é ainda esclarecido em que medida o gasto energético basal pode estar alterado em pacientes portadores de DM tipo 2 e contribuir para o excesso de peso. A TMB quando calculada por meio de equações de predição, em especial na população obesa, não demonstra boa acurácia tendo também baixa precisão quando comparado à CI. Sendo assim, uma avaliação acurada do gasto energético basal utilizando como critério referência a CI servirá como base para estabelecimento das necessidades diárias de energia neste grupo de pacientes permitindo uma apropriada prescrição dietoterápica.

3 OBJETIVO GERAL

Avaliar em pacientes com DM tipo 2 a acurácia das equações preditivas para cálculo de TMB, considerando como critério de referência a CI.

4 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Estudo de teste diagnóstico em pacientes ambulatoriais com DM tipo 2.

5 REFERÊNCIAS

- ADA. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes: Classification and Diagnosis of Diabetes. **Diabetes Care** v. 39, n. 1, p. 13-22, 2016
- ADA. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes: Foundations of Care and Comprehensive Medical Evaluation. **Diabetes Care**, v. 39, n. 1, p. 23-35, 2016
- DIENER, J. R. C. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 245-253, 1997.
- DRI. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. **National Academy Press**, Washington (DC), p.107-264, 2002.
- FAO. Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. **World Health Organization**, 1985.
- FERREIRA, Marina de Figueiredo. Composição corporal e taxa metabólica basal em mulheres com diabetes mellitus tipo 2. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 8, n. 1, p. 85-86, 2013.
- GOUGEON, Réjeanne et al. The prediction of resting energy expenditure in type 2 diabetes mellitus is improved by factoring for glycemia. **International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders**, v. 26, n. 12, 2002.
- HAGEDORN, Theresa et al. Indirect calorimetry in obese female subjects: Factors influencing the resting metabolic rate. **World journal of experimental medicine**, v. 2, n. 3, p. 58, 2012.
- HARRIS, J. Arthur; BENEDICT, Francis G. A biometric study of human basal metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.
- HUANG, Kuo-Chin et al. Resting metabolic rate in severely obese diabetic and nondiabetic subjects. **Obesity research**, v. 12, n. 5, p. 840-845, 2004.
- IKEDA, Kaori et al. A new equation to estimate basal energy expenditure of patients with diabetes. **Clinical nutrition**, v. 32, n. 5, p. 777-782, 2013.
- IDF. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, seventh edition. International Diabetes Federation, 2015.
- JOHNSON, Rachel K. et al. Participation in a behavioral weight-loss program worsens the prevalence and severity of underreporting among obese and overweight women. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 105, n. 12, p. 1948-1951, 2005.
- KAIYALA, Karl J.; SCHWARTZ, Michael W. Toward a more complete (and less controversial) understanding of energy expenditure and its role in obesity

pathogenesis. **Diabetes**, v. 60, n. 1, p. 17-23, 2011.

LEVINE, James A. Measurement of energy expenditure. **Public health nutrition**, v. 8, n. 7a, p. 1123-1132, 2005.

LOPES, André Luiz et al. Validação de equações de predição da taxa metabólica basal por meio de calorimetria indireta em indivíduos obesos. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 15, n. 4, p. 234-238, 2010.

MIFFLIN, Mark D.; ST JEOR, Sachiko T., et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. **The American journal of clinical nutrition**, v. 51, n. 2, p. 241-247, 1990.

NHUNG, Bui Thi et al. Resting metabolic rate of elderly Vietnamese. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 51, n. 1, p. 7-13, 2007.

PEREIRA, Máira Pinheiro et al. Avaliação das equações de predição da taxa metabólica basal em homens e mulheres ativos residentes em Brasília, DF, Brasil. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 2, n. 8, 2012.

RODRIGUES, Alessandra E. et al. Análise da taxa metabólica de repouso avaliada por calorimetria indireta em mulheres obesas com baixa e alta ingestão calórica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 1, p. 76-84, 2008.

RYAN, M. et al. Resting energy expenditure is not increased in mildly hyperglycaemic obese diabetic patients. **British journal of nutrition**, v. 96, n. 05, p. 945-948, 2006.

SCHOFIELD, W. N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. **Human nutrition. Clinical nutrition**, v. 39, p. 5-41, 1984.

SBD. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2015-2016. **Grupo Gen-AC Farmacêutica**, São Paulo, 2015.

YON, Bethany Ann et al. The use of a personal digital assistant for dietary self-monitoring does not improve the validity of self-reports of energy intake. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 8, p. 1256-1259, 2006.

ARTIGO ORIGINAL

Será enviado para apreciação aos Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia

B1- Área Nutrição- CAPES

Artigo formato nas normas da Revista

(normas no final do Artigo)

6 ARTIGO ORIGINAL

VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA TAXA METABÓLICA BASAL POR MEIO DE CALORIMETRIA INDIRETA EM PACIENTES COM DIABETES MELITO TIPO 2.

Título abreviado: Taxa metabólica basal e diabetes

Camila Lazzari¹

Tatiana Pedroso de Paula²

Luciana Vercoza Viana²

Juliano Bouffleur Farinha³

Alvaro Reischak de Oliveira³

Mirela Jobim de Azevedo²

Thais Steemburgo¹

¹Departamento de Nutrição, Faculdade de Medicina, Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos em Alimentação e Nutrição. Porto Alegre, RS, Brasil.

² Serviço de Endocrinologia. Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil.

³Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex) da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

Endereço para correspondência:

Thais Steemburgo, PhD.

Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Rua Ramiro Barcelos 2350, Prédio 12, 4º andar, 90035-003, Porto Alegre-RS, Brasil.

E-mail: tsteemburgo@gmail.com

+55 51 3308 5122

RESUMO

Objetivo: O conhecimento da taxa metabólica basal (TMB) é primordial para um bom planejamento dietético e a utilização da calorimetria indireta (CI) é critério de referência para sua avaliação. Equações de predição para avaliar TMB são utilizadas para prescrição dietética, porém podem apresentar valores diferentes daqueles medidos pela CI. O objetivo deste estudo foi avaliar as principais equações de predição da TMB frente a CI, em pacientes com diabetes melito (DM) tipo 2, a fim de verificar a validade das equações nessa população.

Materiais e Métodos: Estudo de teste diagnóstico em 21 pacientes com DM tipo 2. As equações de predição de TMB utilizadas foram: Mifflin St. Jeor, Schoefield, Harris e Benedict e a FAO/WHO/UNO. O grau de concordância entre os métodos foi verificado usando o procedimento sugerido por Bland e Altman (1986).

Resultados: Os pacientes apresentaram uma média de $60,5 \pm 6,5$ anos de idade, sendo 52,4% do sexo feminino. A variação entre os métodos de predição foi de -13,6% a -5,6% (Kcal/dia) quando comparados a CI. As equações de predição propostas por Mifflin St. Jeor, Schoefield e Harris e Benedict subestimaram em -13,6%, -11,1% e -7,9% Kcal/dia, respectivamente. A equação que mais se aproximou da TMB real, medida por CI, foi a proposta pela FAO/WHO/UNO subestimando em -5,6% Kcal/dia.

Conclusão: Em pacientes com DM tipo 2, o presente estudo indica que a equação da FAO/WHO/UNO foi a que mais se aproximou dos valores de TMB medidos pela CI.

Palavras-chaves: Calorimetria Indireta; Taxa Metabólica Basal; Diabetes Melito tipo 2.

ABSTRACT

Objective: The known of the resting metabolic rate (RMR) is primordial for a good dietary planning and the use of the indirect calorimetry (IC) is a gold standard for its evaluation. Predictive equations to evaluate RMR are used for dietary prescription, but may present different values from those measured by CI. The objective of this study was to evaluate the most accuracy RMR predictive equations front of the IC, in patients with type 2 diabetes mellitus (DM), in order to verify the validity of the equations in this population.

Subjects and methods: Diagnostic test study in 21 patients with type 2 DM. RMR predictive equations used was: Mifflin St. Jeor, Schoefield, Harris and Benedict and the FAO/WHO/UNO. The degree of agreement between the values was verified using the method suggested by Bland and Altman (1986).

Results: The patients presented a mean of 60.5 ± 6.5 years of age, being 52.4% female. The variation between the prediction methods was from 30.3% to -5.6% (kcal/day) when compared to IC. The pocket formula and the one described by DRIs overestimated the calories when compared to IC (21.2% and 30.3% Kcal/day, respectively). The prediction equation proposed by Mifflin St. Jeor, Schoefield and Harris and Benedict underestimated in -13.6%, -11.1% and -7.9% kcal/day, respectively. The equation that most approached the real estimate was that proposed by FAO/WHO/UNO (-5.6% Kcal / day).

Conclusion: In patients with type 2 diabetes, this study indicates that the FAO/WHO/UNO equation was the one that most approached the RMR values measured by CI.

Keyword: Indirect Calorimetry; Resting Metabolic Rate; Type 2 Diabetes Mellitus.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellito (DM) é uma doença crônica que acomete parte significativa da população mundial - cerca de 415 milhões de pessoas; 8,8% de prevalência global. No Brasil, a prevalência de DM no ano de 2015 foi de 14,3 milhões de pessoas e estima-se que para o ano de 2040 ocorra um aumento para 23,3 milhões de pessoas com a doença (1). Além disso, o DM constitui um importante problema de saúde pública em razão da elevada prevalência e morbi-mortalidade, além dos custos envolvidos no seu tratamento (1).

O DM tipo 2 é a forma mais comum da doença, sendo em grande parte resultado de um excesso de peso corporal e/ou aumento do percentual de gordura, ocorrendo geralmente na vida adulta. É caracterizado pela resistência à ação da insulina, onde o pâncreas é ainda capaz de produzir insulina, mas o corpo se torna resistente à mesma e como resultado ocorre à hiperglicemia (aumento da glicose sanguínea), que se não controlada pode causar, em longo prazo complicações crônicas microvasculares, neuropáticas e macrovasculares (2).

Nestes pacientes com DM tipo 2, a maioria com excesso de peso, para a redução do peso e obtenção do controle glicêmico, é necessário que o planejamento dietético tenha como base o cálculo da necessidade energética de forma correta. Deste modo, a determinação da taxa de metabolismo basal (TMB), que é definida como a energia gasta para manter as atividades metabólicas mínimas do organismo e é o principal componente do gasto energético diário é de suma importância para conseguir estabelecer de forma precisa quantas calorias um indivíduo deve consumir (3).

Vários métodos diferentes podem ser utilizados para medir/estimar a TMB e dentre eles podemos destacar a calorimetria indireta (CI) e as equações de predição. A CI, considerada critério de referência, é um método não invasivo que mensura a produção de energia com base nas trocas gasosas de oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2) que ocorrem entre o organismo e o meio ambiente (4). Já as fórmulas de predição a maioria leva em consideração o peso e a idade dos indivíduos e, ainda algumas utilizam medidas de estatura (5, 6, 7, 8) nas suas equações. Porém essas fórmulas podem ser um pouco sensíveis, subestimando ou superestimando o real gasto energético dos indivíduos (9, 10, 11).

A utilização do valor mais fidedigno das necessidades energéticas de um indivíduo é fundamental, já que um ganho de peso e de gordura pode ocorrer quando o planejamento nutricional superestimar as necessidades reais do indivíduo e se as necessidades forem subestimadas, o paciente pode vir a perder peso.

Sendo assim, torna-se primordial que métodos confiáveis de avaliação da TMB em pacientes com DM tipo 2 sejam adotados para uma melhor prescrição dietética, permitindo assim uma avaliação mais completa, diferenciada e específica para cada indivíduo (12). O objetivo deste estudo é avaliar em pacientes com DM tipo 2 a acurácia das equações preditivas para cálculo de TMB, considerando como critério de referência a CI.

MATERIAIS E MÉTODOS

Pacientes

Foram selecionados de forma consecutiva 21 pacientes com DM tipo 2 atendidos em ambulatório do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Os pacientes foram incluídos de acordo com os seguintes critérios: adultos <80 anos, creatinina sérica <2 mg/dL, testes de função da tireoide normais, não portadores de outras doenças renais, doença hepática grave, insuficiência cardíaca não compensada ou qualquer doença aguda e/ou consumptivas. Todos os participantes receberam orientações sobre objetivos e procedimentos do presente estudo e aceitaram participar, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética do HCPA sob número 150625.

Avaliação antropométrica:

A avaliação antropométrica consistiu em aferição do peso corporal do indivíduo (medido com roupas leves e sem sapatos) e da estatura. Para tais medidas foram utilizados balança e estadiômetro fixo (Filizola®). O IMC foi calculado a partir da fórmula peso (kg)/altura (m)² e foi classificado segundo a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), que utiliza os seguintes valores como ponto de corte: IMC entre 18,5 e 24,9 kg/m² para eutróficos; IMC entre 25 e 29,9 kg/m² para sobrepeso; IMC entre 30 e 34,9 kg/m² para obesidade grau I; IMC entre 35 e 39,9 kg/m² para obesidade grau II e IMC > 40 kg/m² para obesidade mórbida (13).

Avaliação do nível de atividade física:

A atividade física foi avaliada através de questionário padronizado, adaptado aos hábitos locais e que consiste em quatro perguntas a respeito da atividade física diária dos pacientes. A frequência de exercício, de acordo com atividades de dias usuais foi classificada em 4 níveis: nenhuma, baixa, moderada e alta (14).

Avaliação Laboratorial

As amostras de sangue foram obtidas após um jejum de 12 horas. A glicose plasmática de jejum foi determinada pelo método enzimático colorimétrico glicose-peroxidase (15) e a hemoglobina glicada (HbA1C) foi mensurada por cromatografia de alta eficiência (16).

Determinação da taxa metabólica basal (TMB) e avaliação da composição corporal:

Para avaliação da TMB e determinação da composição corporal os pacientes foram orientados a não realizar atividades físicas, não consumir álcool e nem produtos que contivessem cafeína em até 24 horas antes do teste e ainda manter jejum de 12 horas antecedentes ao mesmo. Para avaliação da TMB por CI ainda foi solicitado que todos tivessem uma noite de sono habitual e que se possível, comparecem ao local de coleta com veículo motorizado para evitar o aumento de gasto energético. O protocolo consistiu em 30 minutos captação de gases expirados por uma máscara e captador acoplado. O paciente permaneceu durante toda a coleta em maca na posição de decúbito dorsal e foi orientado a não dormir durante o teste. Um analisador (*MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo CPX-D) foi responsável pela determinação do volume de Oxigênio (VO₂) e volume de Gás Carbônico (VCO₂). O aparelho era ligado com antecedência e a calibração era realizada conforme instrução do fabricante para padronizar a medição. Os primeiros 10 minutos de cada coleta de gás foram excluídos, sendo utilizados os valores de VO₂ e VCO₂ dos 20 minutos finais para a análise de dados. Foi realizada uma média dos valores desses gases nesse período e então utilizada a equação proposta por Weir [(3,9 X VO₂) + (1,1 X VCO₂)] para a obtenção dos valores de kcal/min. O resultado em kcal/min foi então multiplicado por 1440 min a fim de se obter o valor para 24 horas (17). Para determinação da composição corporal total com estimativa de massa magra (MM) foram utilizados o aparelho Inbody® de bioimpedância elétrica e o aparelho GE Healthcare® de densitometria óssea.

Equações utilizadas para predição de TMB:

A TMB medida por meio da CI foi utilizada na comparação com os valores obtidos pelas equações de predição de TMB (quilocalorias por dia = kcal em 24h) mais utilizadas.

Tabela 1. Equações de predição da TMB

Autor	Fórmula
Mifflin St. Jeor (5)	
Homens	$[PA \text{ (kg)} \times 10] + [A \text{ (cm)} \times 6,25] - [I \text{ (anos)} \times 5] + 5$
Mulheres	$[PA \text{ (kg)} \times 10] + [A \text{ (cm)} \times 6,25] - [I \text{ (anos)} \times 5] + 5 - 166$
Schofield (6)	
Homens < 60 anos	$[0,048 \times PA \text{ (kg)} + 3,653] \times 239$
Homens > 60 anos	$[0,049 \times PA \text{ (kg)} + 2,459] \times 239$
Mulheres < 60 anos	$[0,034 \times PA \text{ (kg)} + 3,538] \times 239$
Mulheres > 60 anos	$[0,028 \times PA \text{ (kg)} + 2,755] \times 239$
Harris e Benedict (7)	
Homens	$66,47 + [13,75 \times PA \text{ (kg)}] + [5,00 \times A \text{ (cm)}] - [6,76 \times I \text{ (anos)}]$
Mulheres	$655,0955 + [9,5634 \times PA \text{ (kg)}] + [1,8496 \times A \text{ (cm)}] - [4,6756 \times I \text{ (anos)}]$
FAO/WHO/UNO (8)	
Homens < 60 anos	$11,6 \times PA \text{ (kg)} + 879$
Homens > 60 anos	$13,5 \times PA \text{ (kg)} + 487$
Mulheres < 60 anos	$8,7 \times PA \text{ (kg)} + 829$
Mulheres > 60 anos	$10,5 \times PA \text{ (kg)} + 596$

PA: peso atual; A: altura; I: idade.

Análise estatística

Os resultados foram analisados com o pacote estatístico SPSS 21.0. O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para determinar a normalidade dos dados. Para comparar as diferenças entre os valores da TMB medida por CI e estimada pelas equações de predição foi realizado o teste *t* de Student para amostra pareadas. Os dados estão apresentados como média \pm desvio padrão, sendo significativo quando $p < 0,05$.

O grau de concordância, ou seja, o cálculo das diferenças entre os valores obtidos pelos métodos versus o valor das suas médias foi verificado pelo método proposto por Bland e Altman (1986) (18). Os resultados estão expressos em valores absolutos (kcal), percentuais de diferença (%) e em valores de média das diferenças (viés) e os limites de concordância ($\pm 1,96$ desvio padrão). Para o cálculo dos percentuais de diferença entre os valores de TMB estimados por cada uma das equações avaliadas utilizou-se a seguinte equação: $[(TMB \text{ estimada} - TMB \text{ medida por CI}) / TMB \text{ medida por CI}] \times 100$. Para avaliar a correlação dos valores obtidos pela CI e estimados pelas fórmulas foi realizado o teste de Correlação de Pearson.

RESULTADOS

Foram avaliados 21 pacientes com DM tipo 2 [$60,5 \pm 6,5$ anos de idade; 8 (2-36) anos de tempo de diabetes; 52,4% do sexo feminino]. As características da amostra estão descritos na **Tabela 2**. Os valores de CI e das equações de predição de TMB estão descritas na **Tabela 3**.

A média da TMB (kcal/dia), verificada por calorimetria indireta (CI), foi de $1745,3 \pm 314,7$ kcal/dia, valor estatisticamente diferente dos valores de TMB (kcal/dia), estimados pelas equações de predição (**Tabela 3**). Entretanto, nenhuma diferença significativa foi observada entre a TMB medida por CI e a fórmula da FAO/WHO/UNO.

Conforme análise estatística proposta por Bland e Altman (1986), as equações propostas por Mifflin St. Jeor, Schofield e Harris e Benedict subestimaram os valores da TMB encontrados pela CI em -13,6% ($1508,4 \pm 319,0$ kcal/dia), -11,1% ($1552,2 \pm 387,2$ kcal/dia) e -7,9% ($1607,8 \pm 340,0$ kcal/dia), respectivamente. A equação que se apresentou mais próxima do valor real da TMB medida por CI foi à proposta pela FAO/WHO/UNO, ainda que ela tenha subestimado os valores da CI em -5,6% ($1647,1 \pm 331,1$ kcal/dia).

Quando avaliamos a fórmula descrita por Mifflin St. Jeor, o valor de média da diferença (viés) comparado ao valor real da CI foi de 236,9 kcal, apresentando uma subestimação de -13,6% e limites de concordância superior de 540,0 Kcal e inferior de -66,2 Kcal (**figura 1.a.**). Ainda valores de subestimação foram observados na equação proposta por Schofield onde o valor do viés foi de 193,1 kcal, subestimando a TMB em -11,1% e os limites de concordância superior e inferior foram 534,0 e -147,8 Kcal, respectivamente (**figura 1.b.**). Quando analisada a fórmula de Harris e Benedict se obteve um viés de 137,4 kcal, levando a uma subestimação de -7,9% da TMB e os limites de concordância foi de 486,0 e -211,1 Kcal (**figura 1.c.**).

A equação proposta pela FAO/WHO/UNO demonstrou ser a mais precisa por apresentar o menor valor de média da diferença (viés de 98,2 kcal) que corresponde a uma subestimação de -5,6% da TMB real medida por CI e ainda apresentou valores de limites de concordância superior e inferior mais aceitável (416,1 e -219,8 Kcal) (**figura 1.d.**).

Teste de correlação de *Pearson* verificando a CI versus as equações de predição mostrou haver correlação positiva e significativa entre as variáveis; CI versus Harris e Benedict, valor de $r^2 = 0,855$; CI versus Mifflin-St. Jeor, valor de $r^2 = 0,881$; CI versus Schofield, valor de $r^2 = 0,897$ e CI versus

FAO/WHO/UNU, valor de $r^2 = 0,875$.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a TMB de pacientes com DM tipo 2, medida pelo critério de referência, a CI, e comparou com as principais fórmulas de predição utilizadas na prática clínica. Os resultados demonstraram que as equações avaliadas subestimam os valores de TMB encontrados pela CI, embora elas tenham se correlacionado com a mesma.

Na prática clínica, tanto para pacientes hospitalizados como para indivíduos em seguimento ambulatorial é comum a utilização de fórmulas para determinar a quantidade de energia que o paciente necessita. É sabido que durante a terapia nutricional de pacientes com DM tipo 2 deve-se evitar o fornecimento excessivo de calorias para o indivíduo, pois essa medida pode contribuir para o excesso de peso e levar ao descontrole glicêmico, em especial em pacientes com diabetes (19) e deste modo se deve a importância da medição correta da TMB.

Em estudo transversal realizado em homens obesos e eutróficos, sem diabetes, que verificou os valores de TMB por meio da CI com o objetivo de comparar com os resultados obtidos pelas equações de predição, demonstrou significativa discrepância entre a CI e as equações de predição avaliadas no estudo (Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNO e Mifflin St. Jeor), no grupo que apresentava obesidade. Ainda, foi reportada a diferença significativa da TMB nesses indivíduos com excesso de peso quando comparado a indivíduos eutróficos, mostrando valores maiores no grupo que apresentava obesidade. Apenas a fórmula de Mifflin St. Jeor demonstrou estar mais próxima da estimativa real neste grupo de indivíduos obesos (20). O resultado encontrado no estudo citado difere do nosso, onde foi encontrada subestimação de -13,6% da equação de Mifflin St. Jeor quando comparada a CI. Esses valores diferentes podem ser explicados pela idade dos indivíduos (de 18 a 30 anos), pelo fato de toda amostra ser composta por somente indivíduos do sexo masculino.

Já um estudo realizado em chineses com DM tipo 2 demonstrou que a TMB medida por CI dos pacientes diabéticos com obesidade (IMC $>28\text{kg/m}^2$) era significativamente maior quando comparado com pacientes diabéticos tipo 2 eutróficos ou que apresentavam sobrepeso (IMC entre 24 e 28kg/m^2) e ainda reportou que a fórmula proposta por Schofield superestimou a TMB mensurada pela CI em todos os grupos (21). Em nosso estudo, os pacientes com DM tipo 2 também apresentaram excesso de peso, avaliado através do IMC ($29,8 \pm$

4,2 kg/m²) e como o esperado uma maior TMB (1745,3 ± 314,7 Kcal/dia) avaliada através da CI. Entretanto, os valores de TMB da equação proposta por Schofield, ao contrario dos achados citados pelo estudo anterior, subestimaram os valores encontrados pela CI.

Os achados descritos acima podem ser explicados pelo fato das equações levarem em consideração o peso atual do paciente. Em indivíduos com obesidade, as equações podem se mostrar menos sensíveis devido à composição corporal que sofre modificações, aumentando massa de gordura numa proporção maior que massa muscular. Deste modo, como a massa de gordura difere metabolicamente da massa muscular, pode ocorrer superestimação (22). No presente estudo menos da metade dos pacientes (aproximadamente 43%) apresentavam obesidade, o que pode explicar a subestimação de algumas fórmulas.

Outro achado importante encontrado na literatura foi um estudo que relatou uma TMB maior em pacientes obesos com DM tipo 2 do que em pacientes obesos sem diabetes e que esse valor é mais alto quando não ocorre o controle glicêmico (23). Alguns estudos observaram que em pacientes obesos com DM tipo 2 a glicemia de jejum é uma variável independente significativa e aumenta a predição da TMB (24, 25). No presente estudo não dicotimizamos a amostra segundo valores de glicemia, porém os achados desses autores contribuem para uma possível explicação de uma TMB elevada em pacientes que apresentam DM do tipo 2, incluindo os deste estudo, já que os valores médios de glicemia de jejum e de HbA1c da amostra encontram-se acima dos valores de referência (155,6 mg/dL e 8%, respectivamente).

Outro estudo que avaliou a TMB em mulheres com DM tipo 2, independente da classificação do IMC, mostrou que as equações propostas pela FAO/WHO/UNO e por Harris e Benedict superestimaram os valores encontrados na CI em 10,6% e 5,9%, respectivamente, sendo que só houve diferença significativa na fórmula da FAO/WHO/UNO (11). Em um estudo transversal foi demonstrado que a equação de predição de Harris e Benedict superestimou as necessidades energéticas de homens obesos com DM tipo 2 enquanto subestimou de mulheres obesas com DM tipo 2 (26). No presente estudo essa equação subestimou os valores encontrados pela CI em todos os pacientes avaliados. Quando avaliamos por gênero (dados não demonstrados) observamos que esta fórmula mantinha a subestimação da TMB tanto em homens quanto em mulheres com DM tipo 2. Os autores justificam esses achados observando o fato de que a equação foi aplicada em grupos raciais diferentes, com diferença na composição corporal e no estilo de vida.

Um estudo publicado recentemente que avaliou a TMB por meio de CI e comparou com fórmulas de predição em mulheres obesas demonstrou que as melhores equações para estimar TMB em obesas não

mórbidas e mulheres pré-menopáusicas são as equações relatadas por Harris e Benedict e FAO /WHO/UNO (27). Em nosso estudo também observamos que a fórmula que mais se aproximou dos valores reais da TMB medido pela CI foi à proposta pela FAO/WHO/UNO, ainda que ela tenha subestimado o valor da CI em - 5,62%, o que corresponde aproximadamente 100 Kcal a menos na TMB estimada (**Figura 1.d.**), Entretanto, a presente equação se apresenta dentro dos limites de concordância aceitáveis mesmo considerando que algumas faixas subestimam ou superestimam os valores encontrados.

Uma das limitações do nosso estudo foi o pequeno tamanho amostral, pois se percebe um comportamento diferente na TMB em relação ao gênero como observamos na distribuição do nosso grupo de pacientes diabéticos nos gráficos de Bland e Altman. De fato, quando avaliamos a TMB de acordo com o gênero observamos uma diferença significativa entre os valores da TMB entre homens e mulheres, onde homens apresentaram uma TMB maior que o das mulheres, como o esperado (dados não demonstrados). Entretanto, acreditamos que possivelmente as fórmulas de predição subestimam os valores da TMB do gênero masculino e o superestimam do gênero feminino neste grupo de pacientes. Sendo assim, consideramos de importância de um estudo em pacientes com DM tipo 2 com uma amostra maior e que contemple também a diferença entre os gêneros para uma melhor avaliação na comparação da TMB real e a TMB calculada por equações de predição.

CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que existe uma grande variação na precisão das equações preditivas de TMB em pacientes com DM tipo 2, quando comparadas a CI. Nossos resultados indicam que na ausência de um critério de referência, a equação que mais se aproxima dos valores de TMB encontrados pela CI, em pacientes com DM tipo 2, é a equação descrita pela FAO/WHO/UNO, que utiliza peso e idade em diferentes pontos de corte. A precisão das equações de TMB é importante e deve ser adequada para promover a eficácia do aconselhamento dietético e do tratamento do diabetes.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo FIPE - Fundo de Incentivo à Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Tabela 2. Características da amostra de 21 pacientes com DM tipo 2:

Característica	n (21)
Sexo (feminino)	11 (52,4%)
Idade (anos)	60,5 ± 6,5
Tempo de diabetes (anos)	8 (2-36)
Glicose de jejum (mg/dl)	155,6 ± 58,4
HbA1c (%)	8,0 ± 1,5
Fumo (sim)	2 (9,5%)
Atividade física (sedentarismo)	14 (66,7%)
Peso (kg)	85,2 ± 18,0
Altura (cm)	168,3 ± 10,2
IMC (kg/m ²)	29,8 ± 4,2
Massa Muscular (kg – BIO)	45,4 ± 12,8
Massa Muscular (kg – DMO)	49,8 ± 9,4

HbA1c: Hemoglobina Glicada; IMC: Índice de Massa Corporal; BIO: Bioimpedância Elétrica; DMO: Densitometria Óssea;

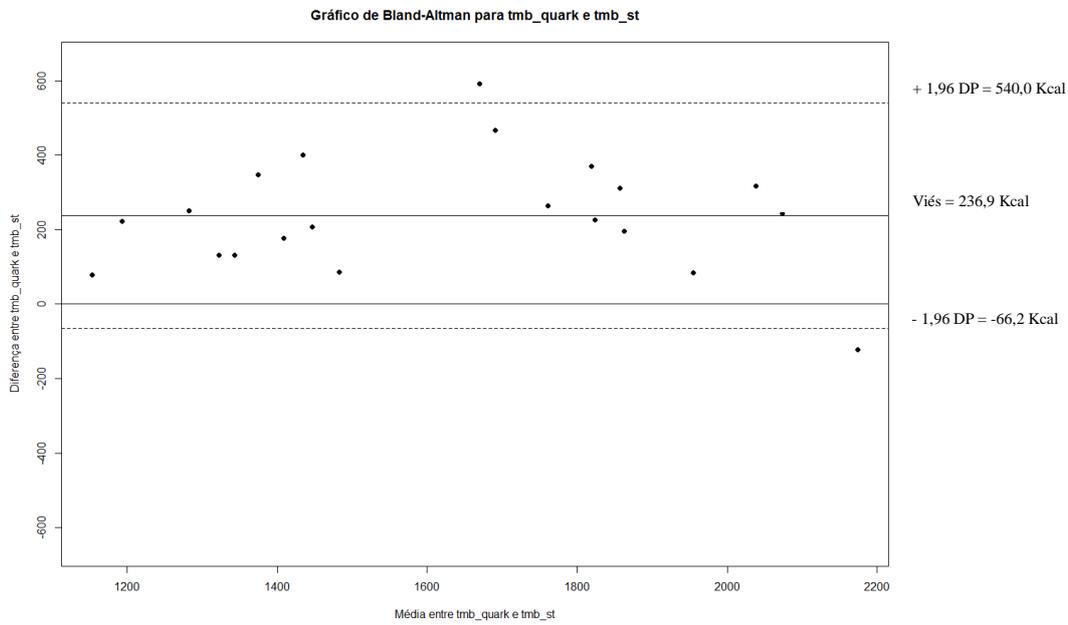
Tabela 3. Valores da TMB medida por CI e estimada pelas equações de predição em 21 pacientes com DM tipo 2:

Método utilizado	Valores encontrados
TMB – Calorimetria Indireta (kcal/dia)	1745,3 ± 314,7
TMB – Mifflin St. Jeor (kcal/dia)	1508,4 ± 319,0*
TMB – Schofield (kcal/dia)	1552,2 ± 387,2*
TMB – Harris & Benedict (kcal/dia)	1607,8 ± 340,0**
TMB – FAO/WHO/UNO (kcal/dia)	1647,1 ± 331,1

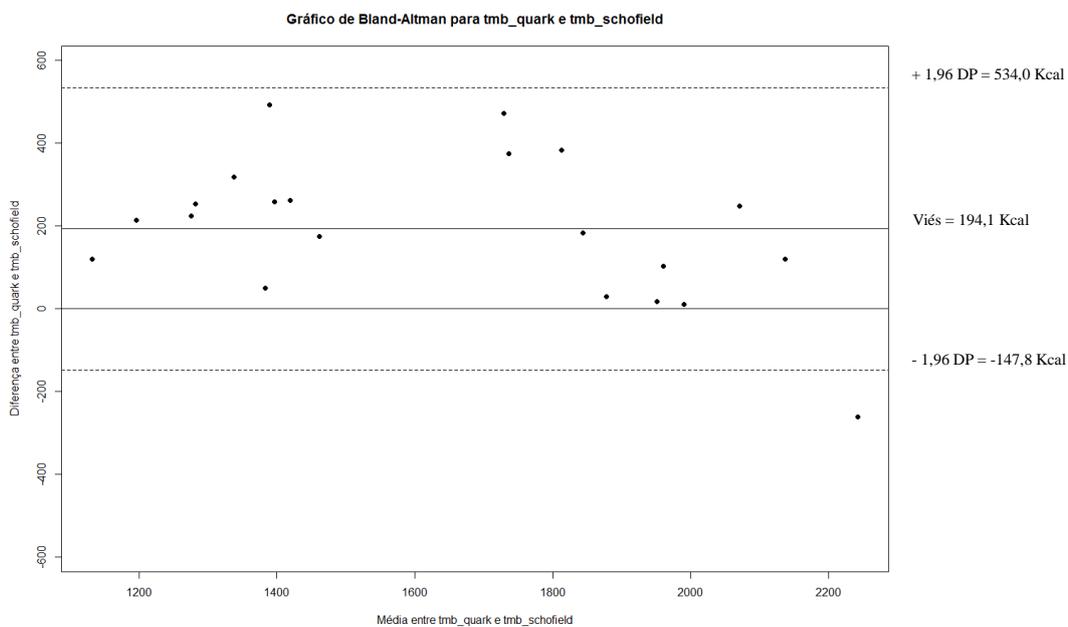
Teste *t* de Student para amostras pareadas, comparando os valores da calorimetria indireta (kcal/dia) com os valores de TMB (kcal/dia) estimados por meio das fórmulas de predição proposta por Harris & Benedict, Scholfield, FAO/WHO/UNO e Mifflin St. Jeor de 21 pacientes com DM tipo 2. *Diferença significativa para valor de $p < 0,001$ e **diferença significativa para valor de $p < 0,05$ em relação à CI.

Figura 1. Gráficos de Bland-Altman comparando os valores de TMB obtidos pela CI com as seguintes equações de predição:

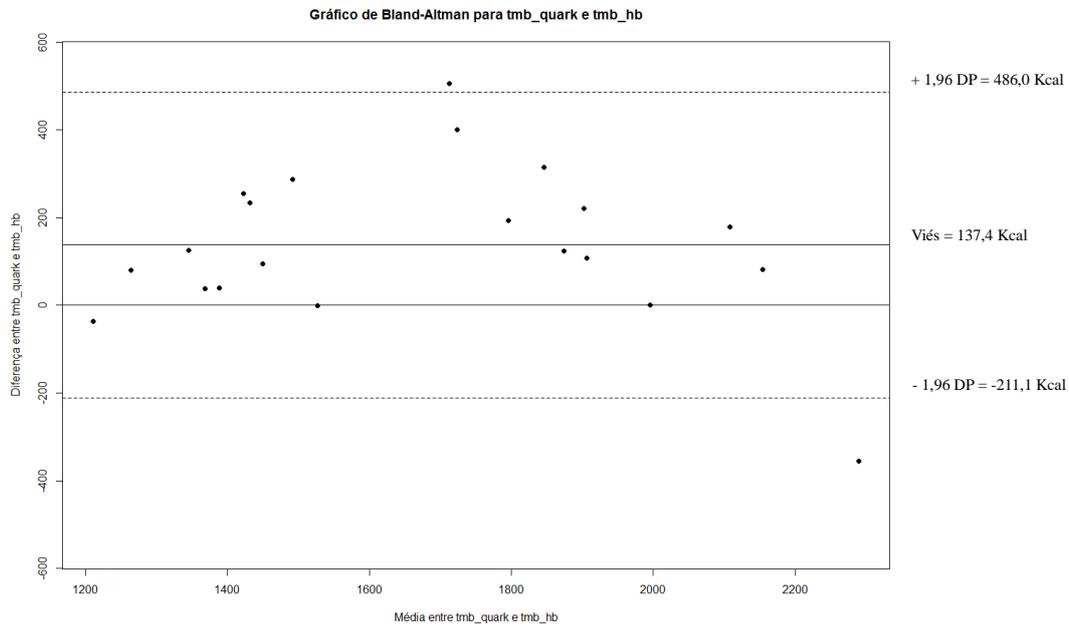
a) CI vs. Mifflin St. Jeor



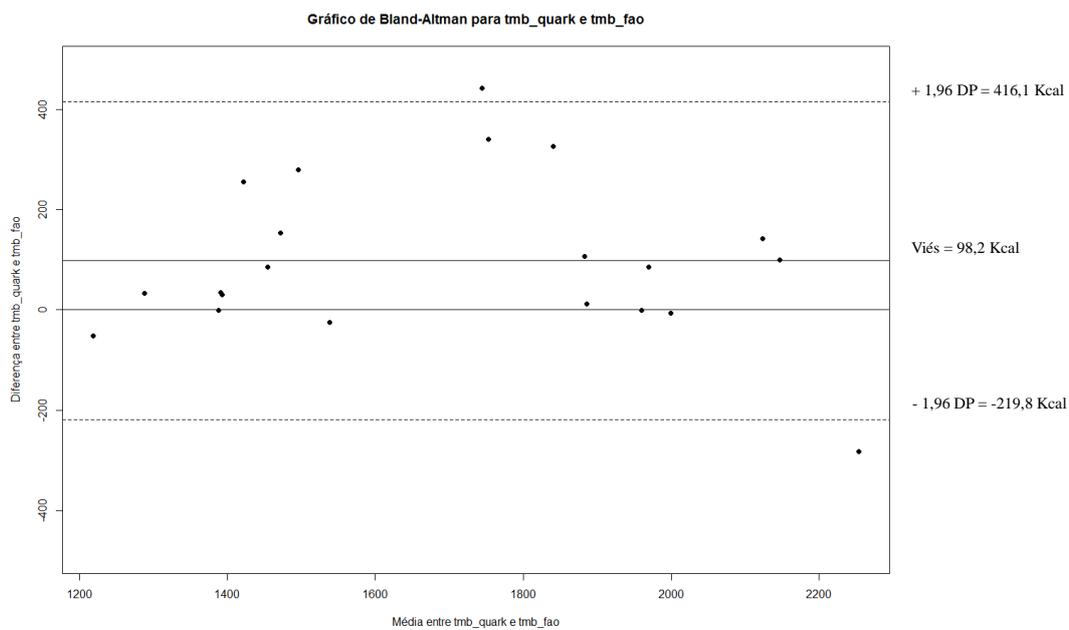
b) CI vs. Schofield



c) CI vs. Harris e Benedict



d) CI vs. FAO/WHO/UNO



REFERÊNCIAS

1. IDF. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, seventh edition. International Diabetes Federation, 2015.
2. ADA. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes: Classification and Diagnosis of Diabetes. **Diabetes Care**, v. 39, n. 1, p. 13-22, 2016.
3. IKEDA, Kaori et al. A new equation to estimate basal energy expenditure of patients with diabetes. **Clinical nutrition**, v. 32, n. 5, p. 777-782, 2013.
4. DIENER, J. R. C. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 245-253, 1997.
5. MIFFLIN, Mark D.; ST JEOR, Sachiko T., et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. **The American journal of clinical nutrition**, v. 51, n. 2, p. 241-247, 1990.
6. SCHOFIELD, W. N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. **Human nutrition. Clinical nutrition**, v. 39, p. 5-41, 1984.
7. HARRIS, J. Arthur; BENEDICT, Francis G. A biometric study of human basal metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.
8. FAO. Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. **World Health Organization**, 1985.
9. LOPES, André Luiz et al. Validação de equações de predição da taxa metabólica basal por meio de

calorimetria indireta em indivíduos obesos. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 15, n. 4, p. 234-238, 2010.

10. NHUNG, Bui Thi et al. Resting metabolic rate of elderly Vietnamese. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 51, n. 1, p. 7-13, 2007.
11. FERREIRA, Marina De Figueiredo. Composição corporal e taxa metabólica basal em mulheres com diabetes mellitus tipo 2. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 8, n. 1, p. 85-86, 2013.
12. PEREIRA, Máira Pinheiro et al. Avaliação das equações de predição da taxa metabólica basal em homens e mulheres ativos residentes em Brasília, DF, Brasil. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 2, n. 8, 2012.
13. WHO. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: **World Health Organization**, 1995.
14. TUOMILEHTO, Jaakko et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. **New England Journal of Medicine**, v. 344, n. 18, p. 1343-1350, 2001.
15. TRINDER, P. Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. **Journal of clinical pathology**, v. 22, n. 2, p. 158-161, 1969.
16. CAMARGO, J. L. et al. Accuracy of conversion formulae for estimation of glycohaemoglobin. **Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation**, v. 58, n. 6, p. 521-528, 1998.
17. WEIR, JB de V. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **The Journal of physiology**, v. 109, n. 1-2, p. 1, 1949.

18. BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **The Lancet**, v. 327, n. 8476, p. 307-310, 1986.
19. SBD. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2015-2016. **Grupo Gen-AC Farmacêutica**, São Paulo, 2015.
20. KRÜGER, Renata Lopes et al. Validation of predictive equations for basal metabolic rate in eutrophic and obese subjects. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 17, n. 1, p. 73-81, 2015.
21. SUN, Min-xian et al. Increased BMR in overweight and obese patients with type 2 diabetes may result from an increased fat-free mass. **Journal of Huazhong University of Science and Technology [Medical Sciences]**, v. 36, p. 59-63, 2016.
22. FRANKENFIELD, David C.; MUTH, Eric R.; ROWE, William A. The Harris-Benedict studies of human basal metabolism: history and limitations. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 98, n. 4, p. 439-445, 1998.
23. ALAWAD, Azza O.; MERGHANI, Tarig H.; BALLAL, Mansour A. Resting metabolic rate in obese diabetic and obese non-diabetic subjects and its relation to glycaemic control. **BMC research notes**, v. 6, n. 1, p. 1, 2013.
24. GOUGEON, R. et al. The prediction of resting energy expenditure in type 2 diabetes mellitus is improved by factoring for glycemia. **International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders**, v. 26, n. 12, 2002.
25. MIYAKE, Rieko et al. Obese Japanese adults with type 2 diabetes have higher basal metabolic rates than non-diabetic adults. **Journal of nutritional science and vitaminology**, v. 57, n. 5, p. 348-354, 2011.

26. HUANG, Kuo-Chin et al. Resting metabolic rate in severely obese diabetic and nondiabetic subjects. **Obesity research**, v. 12, n. 5, p. 840-845, 2004.

27. POLI, Vanessa Fadanelli Schoenardie et al. Resting energy expenditure in obese women: comparison between measured and estimated values. **British Journal of Nutrition** , v. 116, n. 7, p. 1306-1313, 2016.

ANEXO - NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA

ARCHIVES OF ENDOCRINOLOGY AND METABOLISM

Informações gerais

Estas instruções devem ser seguidas cuidadosamente a fim de se evitar atrasos no processamento do seu manuscrito.

Os manuscritos devem ser submetidos para a publicação apenas nos AE&M, e não podem ter sido publicados ou estar em análise para publicação de forma substancial em nenhum outro periódico, profissional ou leigo.

Os manuscritos devem ser submetidos em inglês. Recomenda-se que eles sejam profissionalmente revistos por um serviço de editoração científica, e para este serviço, sugerimos as seguintes empresas: Voxmed Medical Communications, American Journal Experts ou PaperCheck. Os manuscritos que forem aprovados no processo de revisão por pares e forem recomendados para publicação, serão aceitos e publicados apenas depois do envio do certificado de revisão profissional da língua inglesa. Em circunstâncias extraordinárias, o Conselho Editorial pode abrir mão da apresentação deste certificado.

Todas as submissões são avaliadas em profundidade pelos editores científicos. Os artigos que não estiverem em conformidade com os critérios gerais para publicação serão devolvidos aos autores sem uma revisão detalhada, normalmente em três a cinco dias. Os manuscritos que estiverem em conformidade serão enviados aos revisores (geralmente dois).

Categorias de artigos

Os relatos originais de pesquisa podem ser submetidos aos AE&M como Artigos Originais ou Comunicações Breves. As outras categorias de artigos estão descritas abaixo. Todos os manuscritos devem obedecer ao número máximo de palavras determinado para o texto principal de acordo com as definições abaixo; o número de palavras não inclui o resumo, as referências e as figuras/tabelas e suas legendas. O número de palavras deve ser apresentado na página de título, junto com o número de figuras e tabelas. O formato é semelhante para todas as categorias de manuscritos e está descrito em detalhes na seção "Preparação dos manuscritos".

Artigos originais

O Artigo Original é um relato científico dos resultados de pesquisas originais que não foram publicadas ou enviadas para publicação em outros periódicos (impresso ou eletrônico). O Artigo Original representa um trabalho clínico ou laboratorial substancial. Em geral, Artigos Originais não devem exceder 3600 palavras no texto principal, e não devem ter mais de seis figuras ou tabelas e mais de 35 referências.

Artigos de revisão

Os AE&M publicam Artigos de Revisão que mostrem uma visão equilibrada de assuntos correntes no campo da endocrinologia clínica. Todas as revisões são feitas mediante convite e passam por revisão por pares. Os artigos desta categoria são requisitados pelos editores a autores que tenham experiência comprovada no campo. Autores que queiram submeter revisões não requisitadas devem entrar em contato com os editores com antecedência para determinar se o tópico proposto é de interesse corrente e potencial para este periódico.

Os artigos de revisão não devem ter mais do que 4000 palavras no texto principal, mais de quatro figuras e tabelas e mais de 60 referências. O autor deve mencionar a fonte e/ou pedir autorização para o uso de figuras ou tabelas que já tenham sido publicadas.

Declarações de Consenso

As Declarações de Consenso relacionadas a padrões e práticas de saúde endocrinológica e metabólica devem ser enviadas por sociedades profissionais, forças-tarefas e outros consórcios. Estas declarações serão submetidas à revisão por pares, devem ser passíveis de modificação em resposta a críticas e serão publicadas apenas se estiverem de acordo com os padrões editoriais deste periódico. As Declarações de Consenso devem tipicamente conter até 3600 palavras no texto principal, devem incluir não mais de seis figuras e tabelas e não mais de 60 referências.

Comunicação Breve

A Comunicação Breve consiste de dados novos de importância suficiente para serem imediatamente publicados. A Comunicação Breve é uma descrição sucinta de um estudo objetivo com resultados importantes e claros que sejam confirmatórios ou negativos. A brevidade e a clareza aumentam a chance de aceitação deste tipo de manuscrito. A Comunicação Breve deve ter no máximo 1500 palavras no texto principal e até 20 referências, com não mais de duas ilustrações (tabelas ou figuras, ou uma de cada).

Relato de caso

Um Relato de Caso é uma comunicação breve que apresenta um ou vários casos de significância clínica ou científica. Estes relatos devem ser concisos e objetivos, e devem ter como foco a questão a ser discutida. Eles devem abordar a observação de pacientes ou famílias, trazendo conhecimento substancial sobre a etiologia, patogênese e delineamento da história natural ou manejo da condição descrita. Os Relatos de Caso devem ter 2000 palavras ou menos, com não mais de quatro figuras e tabelas e não mais de 30 referências.

Ressaltamos que somente serão considerados para publicação relatos de casos que tragam uma grande contribuição básica translacional ou clínica, de preferência acompanhados de revisão literata.

Cartas ao Editor

As Cartas ao Editor podem ser submetidas em resposta a artigos que foram publicados no periódico. As Cartas devem ser comentários curtos relacionados a pontos específicos de concordância ou discordância com os artigos publicados. As Cartas não devem ser usadas para apresentação de dados originais que não tenham relação com o artigo publicado. As Cartas não devem ter mais de 500 palavras e cinco referências completas. Elas também não devem incluir figuras ou tabelas.

Preparação do manuscrito

Formato Geral.

Todos os manuscritos devem ser apresentados com o texto em uma única coluna, de acordo com as diretrizes abaixo:

O manuscrito deve estar em formato de MS-Word.

Todo o texto deve ser apresentado em espaço duplo com margens de 2 cm em ambos os lados e fonte Times Roman ou Arial tamanho 11.

Todas as linhas devem ser numeradas ao longo de todo o manuscrito e o documento inteiro deve ter suas páginas numeradas.

Todas as tabelas e figuras devem ter título e devem ser colocadas depois do texto.

Os artigos devem estar completos, incluindo uma página de título, resumo, figuras e tabelas.

Os artigos que não tenham todo estes componentes serão colocados em espera até que o manuscrito seja completado.

Todas as submissões devem incluir:

Uma carta de apresentação requerendo a avaliação do manuscrito para publicação nos AE&M e quaisquer outras informações relevantes sobre o artigo.

Em outro ponto do formulário de submissão, os autores podem sugerir até três revisores específicos e/ou requerer a exclusão de até três outros.

O manuscrito deve ser apresentado na seguinte ordem:

1. Página de título
2. Resumo estruturado (ou sumário, para os relatos de caso)
3. Texto principal
4. Tabelas e Figuras, citadas no texto principal em ordem numérica.
5. Agradecimentos
6. Declaração sobre financiamento, conflito de interesses ou quaisquer bolsas relacionadas com o artigo.
7. Lista de referências

Página de título

A página de título deve conter as seguintes informações:

1. Título do artigo (declaração concisa do conteúdo principal do artigo).
2. Nomes completos de todos os coautores, com seus departamentos, instituições, cidade e país.
3. Nome completo, endereço de correspondência, e-mail, telefone e fax do autor para correspondência.
4. Título abreviado com não mais de 40 caracteres para os cabeçalhos das páginas.
5. Até cinco palavras-chave ou frases adequadas para o uso em um índice. (recomendamos o uso de termos MeSH).
6. Número de palavras – excluindo a página de título, o resumo, as referências e as figuras/tabelas e suas legendas.
7. Tipo de artigo.

Resumos estruturados

Todos os Artigos Originais, Comunicações Breves, Revisões e Relatos de Caso devem ser enviados com resumos estruturados de não mais que 250 palavras. O resumo deve ser independente e claro sem necessidade de referência ao texto, e deve ser escrito para o típico

leitor do periódico. O resumo deve incluir quatro seções que mostrem as divisões do texto principal. Todas as informações que estejam no resumo devem aparecer no manuscrito. Devem ser usadas frases completas em todas as seções o resumo.

Introdução

O artigo deve começar com uma breve introdução que coloque o estudo em perspectiva histórica e que explique seu objetivo e sua importância.

Materiais e Métodos

Os Materiais e Métodos devem ser descritos e referenciados em detalhe suficiente para que outros pesquisadores possam repetir o estudo. Devem ser apresentados os fornecedores de hormônios, produtos químicos, reagentes e equipamentos. Para métodos modificados, apenas as modificações devem ser descritas.

Resultados e Discussão

A seção Resultados deve apresentar, de forma breve, os dados experimentais em texto, tabelas e /ou figuras. Veja abaixo os detalhes sobre a preparação de tabelas e figuras.

A Discussão deve ter como foco a interpretação e significância dos achados, com comentários objetivos e concisos que descrevam a relação destes achados com outros estudos na área. A Discussão não deve repetir os Resultados.

Autoria

Os AE&M seguem as diretrizes de autoria e contribuição definidas pelo International Committee of Medical Journal Editors (www.ICMJE.org). Permite-se a autoria conjunta irrestrita e um máximo de dois autores para correspondência.

Os requerimentos uniformes para manuscritos submetidos a periódicos médicos declara que o crédito pelo autoria deve se basear apenas em contribuições substanciais:

1. à concepção e desenho ou a análise e interpretação dos dados.
2. à composição do artigo ou sua revisão crítica com relação ao conteúdo intelectual relevante.
3. à aprovação final da versão a ser publicada.

Todas estas condições devem ser respeitadas. O autor para correspondência é responsável por garantir que todos aqueles que contribuíram adequadamente sejam listados como autores, e que todos os autores tenham concordado com o conteúdo do manuscrito e sua submissão aos

AE&M.

Conflitos de interesse

Deve ser incluída, no documento principal, uma declaração de conflito de interesse para todos os autores, colocada logo após o texto, na seção Agradecimentos. Se os autores não tiverem conflitos de interesse relevantes a serem declarados, isto também deve ser indicado na seção Agradecimentos.

Agradecimentos

A seção de agradecimentos deve incluir os nomes de todas as pessoas que contribuíram para o estudo mas não atenderam aos requerimentos necessários para a autoria. O autor para correspondência é responsável por informar a cada pessoa listada na seção de agradecimentos que ela foi incluída. Ele(a) também é responsável por fornecer a elas uma descrição da contribuição, de forma que estas pessoas saibam a atividade pela qual foram consideradas responsáveis. Cada pessoa listada nos agradecimentos deve dar permissão - por escrito, se possível - para o uso do seu nome. Estas informações são de responsabilidade do autor para correspondência.

Referências

As referências à literatura devem ser citadas em ordem numérica (entre parênteses) no texto, e devem ser listadas na mesma ordem numérica ao final do manuscrito, em uma ou mais página separadas. O autor é responsável pela exatidão das referências. O número de referências a serem citadas é limitado para cada categoria de artigo e está indicado acima.

Tabelas

As tabelas devem ser enviadas no mesmo formato do artigo (Word) e não em outro formato. Nota: não podemos aceitar tabelas em Excel no manuscrito. As tabelas devem ser autoexplicativas e os dados que contêm não devem ser duplicados no texto ou nas figuras. As tabelas devem ser construídas da forma mais simples possível e devem ser compreensíveis sem referência ao texto. Cada tabela deve ter um título conciso. Pode-se apresentar uma descrição das condições experimentais junto com as notas no rodapé da tabela. As tabelas não podem simplesmente duplicar o texto ou as figuras.

Figuras e legendas

Todas as figuras devem ser numeradas. Tamanho da figura: O autor é responsável por fornecer imagens de tamanho adequado e cortadas corretamente, e com espaço adequado entre elas. Figuras coloridas serão reproduzidas em cores na edição online sem custo adicional. Os autores devem pagar a reprodução de figuras coloridas na edição impressa (o editor vai fornecer o orçamento no momento do aceite do manuscrito).

Fotografias

Os AE&M prefere publicar fotos de pacientes sem máscara. Recomendamos a todos os autores interessados que trabalhem com as famílias antes da submissão e abordem o assunto da permissão para revisão e possível publicação de imagens de pacientes. Se seu artigo contém QUALQUER imagem identificável de paciente ou outra informação de saúde confidencial, É OBRIGATÓRIA a permissão do paciente (ou do seu responsável ou representante legal) por escrito antes que o material específico circule entre os editores, revisores e funcionários para a possível publicação nos AE&M. Se for necessário identificar algum paciente, recomenda-se o uso de números (por exemplo, Paciente 1), ao invés de qualquer outro tipo de indicação, como iniciais.

Unidades de medida

Os resultados devem ser expressos em unidades métricas. A temperatura deve ser expressa em graus Celsius e o horário, em relógio de 24 horas (por exemplo, 08:00h, 15:00 h).

Padronização das abreviaturas

Todas as abreviaturas devem ser imediatamente definidas depois de apresentadas pela primeira vez no texto.

Sujeitos de pesquisa experimental

Para serem consideradas para publicação, todas as investigações clínicas descritas nos manuscritos devem ser conduzidas de acordo com as diretrizes da Declaração de Helsinki, e devem ter sido formalmente aprovadas pelo comitê institucional de revisão ou seu equivalente.

A população estudada deve ser descrita em detalhes.

Os sujeitos devem ser identificados apenas com números ou letras, não por iniciais ou nomes. As fotografias dos rostos de pacientes devem ser incluídas apenas se forem significativas em termos científicos. Para o uso de fotografias, os autores devem apresentar o

consentimento dos pacientes por escrito. Para mais detalhes, veja as Diretrizes Éticas.

Os sujeitos de pesquisa devem ser informados sobre os potenciais conflitos de interesse relacionados ao estudo e a descrição de que isso foi feito deve estar apresentada no manuscrito.

Experimentos com animais

Deve ser incluída no manuscrito uma declaração confirmando que todos os experimentos com animais descritos foram conduzidos de acordo com os padrões aceitos de bem-estar animal, como descritos nas Diretrizes Éticas.

Descrições em genética molecular

Use a terminologia padrão para variantes, apresentando os números rs para todas as variantes relatadas. Estes podem ser facilmente determinados para novas variantes descobertas no estudo. Onde forem fornecidos números rs, os detalhes do ensaio (sequência de primers, condições de PCR, etc.) devem ser apresentados de forma concisa.

Os pedigrees devem ser determinados de acordo com padrões publicados (Veja Bennett et al. *J Genet Counsel* (2008) 17:424-433 -DOI 10.1007/s10897-008-9169-9).

Nomenclaturas

Use a notação genética e os símbolos aprovados pelo HUGO Gene Nomenclature Committee (HGNC) –(<http://www.genenames.org/>) para os genes.

Para a nomenclatura de mutações, use as diretrizes sugeridas pela Human Genome Variation Society (<http://www.hgvs.org/mut-nomen/>).

Forneça informações e uma discussão sobre derivações do equilíbrio de Hardy-Weinberg (HWE). o cálculo do HWE pode ajudar a mostrar erros de genotipagem e o impacto em métodos analíticos downstream que considerem o HWE.

Ofereça frequências genotípicas assim com a frequência alélica. Também é desejável que as frequências dos haplótipos sejam fornecidas

Sempre que possível, os medicamentos devem ser indicados pelo seu nome genérico. Quando o nome comercial for usado, ele deve se iniciar com letra maiúscula.

As abreviaturas devem ser usadas apenas quando estritamente necessário e explicadas na primeira vez em que forem apresentadas no texto.

Os artigos devem ser escritos em inglês claro e conciso.

Evite os jargões e neologismos. Não faremos grandes correções de gramática e ortografia, o que é responsabilidade do autor. Se o inglês não for a língua nativa dos autores, o artigo deve ser revisado por um revisor nativo de língua inglesa.

Para não nativos de língua inglesa e autores internacionais que necessitem de assistência na escrita do manuscrito antes da submissão, sugerimos os serviços da Voxmed Medical Communications, American Journal Experts ou PaperCheck.