

AS NECESSIDADES ENERGÉTICAS BASAIS MEDIDAS POR CALORIMETRIA INDIRETA *VERSUS* EQUAÇÕES PREDITIVAS. A AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO PORTUGUESA JUSTIFICA-SE?

RESTING ENERGY EXPENDITURE MEASURED BY INDIRECT CALORIMETRY *VERSUS* PREDICTIVE EQUATIONS. IS THE ASSESSMENT IN THE PORTUGUESE POPULATION JUSTIFIED?

A.R.
ARTIGO DE REVISÃOCarla Mustra¹  ; Maria Helena Vieira Soares Loureiro¹ 

¹ Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra,
Rua 5 de Outubro,
3046-854 Coimbra,
Portugal

*Endereço para correspondência:

Carla Mustra
Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra,
Rua 5 de Outubro,
3046-854 Coimbra, Portugal
cmustra@gmail.com

Histórico do artigo:

Recebido a 27 de setembro de 2022
Aceite a 16 de março de 2023

RESUMO

INTRODUÇÃO: O gasto de energia em repouso ou necessidade energética basal é o maior componente da necessidade energética total de um indivíduo, usada no desenvolvimento de um plano nutricional adequado e pode ser medido aplicando o método de calorimetria indireta, considerado o *gold standard* desta determinação. Na sua ausência esta componente pode ser estimada recorrendo a equações preditivas, cuja aplicação é prática, económica e de fácil utilização, mas com limitações e questões relacionadas com a sua precisão.

OBJETIVOS: Pretende-se avaliar quais as equações mais utilizadas para cálculo da necessidade energética basal, identificar os estudos desenvolvidos em populações Portuguesas e nos estudos realizados em populações adultas sem patologias conhecidas, aferir qual a diferença de resultados entre métodos.

METODOLOGIA: Foi realizada uma revisão narrativa da literatura desde 2011 procurando publicações que comparem resultados de necessidade energética basal obtidos por calorimetria indireta e por diferentes equações preditivas, recorrendo às bases de dados *Web of Science* e *PubMed*.

RESULTADOS: Foram selecionadas 311 publicações e após leitura dos resumos, 201 cumpriram os critérios de inclusão. Destas, 4 aplicam-se à população Portuguesa. Nos 201 artigos incluídos, a equação centenária de *Harris-Benedict* foi a mais aplicada (74%), seguida pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations University* (49%) e em terceiro lugar surge a de *Mifflin-St. Jeor* (45%). Nos estudos que incluíam populações adultas sem patologias conhecidas (n=37), 49% reportaram desvios significativos dos resultados das equações preditivas mais comuns face à calorimetria indireta e 64% apresentaram diferenças menores quando utilizam equações preditivas desenvolvidas especificamente para essa população.

CONCLUSÕES: Metade dos estudos realizados em populações adultas sem patologias conhecidas, incluídos nesta revisão, referem diferenças significativas entre os resultados das necessidades energéticas basais aplicando as equações preditivas mais comuns e as medições por calorimetria indireta. Facto que conduz ao crescente desenvolvimento de novas equações preditivas adaptadas a essas populações e a aplicação de novas soluções no seu desenvolvimento, como é exemplo a inteligência artificial. O constante aumento de estudos sobre este tema propondo novas equações preditivas, torna crucial a sistematização desta informação e a criação de *guidelines* que conduzam à seleção do método mais adequado e adaptado às diferentes populações, nomeadamente à população Portuguesa sobre a qual existe escassez de resultados.

PALAVRAS-CHAVE

Calorimetria indireta, Equações preditivas, Necessidades energéticas basais

ABSTRACT

INTRODUCTION: Resting energy expenditure or basal energy expenditure is the largest component of an individual's total energy expenditure, used in the development of an adequate nutritional plan and can be measured by indirect calorimetry, considered the gold standard for this determination. In its absence, this component can be estimated using predictive equations, whose application is practical, economic and easy to use, but with limitations and issues related to its accuracy.

OBJECTIVES: It is intended to evaluate which equations are most applied, to identify the studies carried out in Portuguese populations and in studies carried out in adult populations without known pathologies, to assess the difference in results between methods.

METHODOLOGY: A narrative literature review was carried out since 2011, looking for publications that compare Resting energy expenditure results obtained by indirect calorimetry and by different predictive equations, using the Web of Science and PubMed databases.

RESULTS: 311 publications were selected and after reading the abstracts, 201 met the inclusion criteria. 4 of these publications were applied to the Portuguese population. Of the 201 articles included, the century-old *Harris-Benedict* equation was the most applied (74%), followed by *Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations University* (49%) and in third place is the *Mifflin-St. Jeor* (45%). In studies applied to adult populations without known pathologies (n=37), 49% reported significant deviations in the results of the most common predictive equations compared to indirect calorimetry, and 64% showed better results applying the predictive equations developed specifically for this population.

CONCLUSIONS: Half of the studies carried out in adult populations without known pathologies, included in this review, referred to significant differences between the Resting energy expenditure results applying the most common predictive equations and indirect calorimetry

measurements. This fact leads to the growing development of new predictive equations adapted to specific populations and the application of new solutions in their development, such as artificial intelligence. The constant increase of studies on this topic proposing new predictive equations, makes it crucial to systematize this information and create *guidelines* that lead to the selection of the most appropriate method, adapted to different populations, namely the Portuguese population on which there is a scarcity of results.

KEYWORDS

Indirect calorimetry, Predictive equations, Resting energy expenditure

INTRODUÇÃO

As necessidades energéticas totais (NET) de um indivíduo podem dividir-se em três componentes: as necessidades energéticas basais (NEB), a energia despendida na actividade física (FA) e a acção dinâmica específica dos alimentos (ADEA). As recomendações para a ingestão de energia através da alimentação devem satisfazer estas necessidades para a obtenção e manutenção de uma saúde, função fisiológica e bem-estar ideais (1). Assim a determinação da NET é fundamental para elaborar um plano alimentar equilibrado e adequado ao indivíduo.

O balanço energético é a diferença entre a ingestão e o gasto energético, sendo que cerca de dois terços das necessidades energéticas totais destinam-se ao metabolismo basal (2). Esta é a energia necessária para uma série de funções essenciais à vida, como função e substituição celular, a síntese, secreção e metabolismo de enzimas e hormonas, para o transporte de proteínas e outras substâncias e moléculas, a manutenção da temperatura corporal, trabalho ininterrupto dos músculos cardíacos e respiratórios e função cerebral (1), como tal a necessidade de se obterem dados com a maior precisão possível é fundamental para cumprir estas necessidades basais e evitar desequilíbrios.

A actividade física é o segundo maior componente e o mais variável do gasto energético diário, estimado entre 20 a 30% da NET. Os humanos realizam actividades físicas obrigatórias (e.g. ir à escola, ao trabalho, cuidar da casa e família, etc) e discricionárias (e.g. actividades individuais opcionais para diversão pessoal, interacção social, etc) (1, 2). A terceira componente trata-se da resposta metabólica à ingestão alimentar (cerca de 5 a 10% da NET). Comer requer energia para a ingestão e digestão dos alimentos e para a absorção, transporte, oxidação e deposição de nutrientes. Esses processos metabólicos aumentam a produção de calor e o consumo de oxigénio, fenómeno normalmente designado por termogénese induzida pela dieta ou acção dinâmica específica dos alimentos ou ainda efeito térmico da alimentação (1, 2).

Como o metabolismo basal é o principal determinante das necessidades energéticas, a sua estimativa imprecisa pode conduzir a uma previsão acima ou abaixo das necessidades energéticas. A calorimetria indireta (CI) é o método de referência para determinar as necessidades energéticas basais (NEB), no entanto não se encontra disponível na maioria das situações, sendo necessário recorrer a equações preditivas (EP) como é exemplo a equação de *Harris-Benedict*, *Schofield* ou o uso de fórmulas com base no peso corporal, métodos comumente usados, que são práticos, baratos e fáceis de usar, mas com limitações e questões relacionadas com a sua precisão. Segundo um inquérito realizado, a CI não se encontra disponível para as equipas de nutrição em 80% das situações (3, 4).

A CI é um dos métodos mais sensíveis, precisos e não invasivo para medição das NEB. O princípio desta técnica pode ser explicado pela energia química que é criada por oxidação dos substratos, medindo o calor gerado indiretamente (5). O volume de oxigénio utilizado e o

volume de dióxido de carbono produzido são medidos e a energia gasta pode então ser determinada usando a fórmula de *Weir*, publicada em 1949 (6).

O tipo e a taxa de utilização do substrato (proteína, hidratos de carbono e lípidos) refletem-se no quociente respiratório, calculado através da divisão entre o volume de dióxido de carbono produzido e volume de oxigénio consumido (VCO_2 / VO_2). Isto é diferente para cada substrato: 1 para hidrato de carbono, 0,8 para proteína, 0,7 para lípidos e aproximadamente 0,85 para uma dieta combinada (2). A medição por CI é demorada e cara e requer equipamento especializado. Além disso, existem diversos fatores que podem influenciar os seus resultados. Podemos agrupar esses fatores em quatro categorias: os instrumentos utilizados; os protocolos; a variação biológica (estado menstrual) e a medição da composição corporal (absorciometria por raios-X com dupla energia vs. outros métodos). Portanto, os protocolos devem ser padronizados e respeitados para obtenção de resultados confiáveis e válidos. Por exemplo: o efeito térmico dos alimentos aumenta a taxa metabólica, assim como o consumo de cafeína, nicotina e álcool; a massa livre de gordura é responsável por ~60-70% da NEB, enquanto a massa gorda representa apenas 5-7%, sendo o género e a idade menores componentes (5). Importa também referir que nem todos os indivíduos são bons candidatos a CI, por exemplo pacientes claustrofóbicos, que enjoam ou vomitam por não tolerarem uma máscara facial ou estar num espaço confinado; pacientes que necessitam de oxigénio suplementar ou submetidos a procedimentos não invasivos de ventilação também são difíceis de testar devido a limitações de *software* e técnicas. No entanto, desenvolvimentos recentes nesta técnica têm vindo a contribuir para facilitar o uso generalizado do CI na rotina clínica e promover melhores resultados, permitindo medições precisas e fáceis em pacientes com respiração espontânea, assim como ventilação mecânica (7). É importante capacitar os técnicos que operam estes equipamentos pois, a escassez de pessoal treinado para operação e interpretação dos resultados, também pode ser um fator limitante da sua utilização (8).

Existe à data de hoje uma extensa lista de equações publicadas para estimar as NEB. Estas equações são muito heterogéneas em termos da população onde foram desenvolvidas, bem como nas variáveis utilizadas nos modelos de previsão. Embora variáveis antropométricas como o peso corporal e a altura, a idade e sexo tenham sido usadas na maioria das equações, outras menos acessíveis, como composição corporal e hemoglobina, foram também usadas.

De um modo geral, aceitam-se as estimativas que caem dentro de uma faixa de erro de 10% quando comparadas com calorimetria (9). Este limite de erro foi aceite empiricamente, sendo consistente com a medição por CI com erros de 5% ou menos (10). A idade afeta significativamente os erros de previsão, tal como os extremos de peso ou estados de doença críticos (tetraplegia, febre alta, etc.) (2). A etnia também é referida em alguns trabalhos como fator que afeta a exatidão das equações preditivas (11).

As equações são relativamente confiáveis em indivíduos saudáveis. No entanto, em caso de doença ou trauma, são amplamente imprecisas quer se tratem de crianças (12–14) ou adultos (15–20). Como consequência, *Desoglio et al.* em 2019 resume os 3 cenários onde a CI deve ser aplicada: (a) condições clínicas que modifiquem significativamente as NEB; (b) fracasso do suporte nutricional com base nas necessidades energéticas previstas para manter ou restaurar o peso corporal; (c) doença crítica aguda associada a grandes mudanças no nível de stress metabólico. A última indicação requer um cuidado especial, pois os resultados da CI refletirão a instabilidade

do paciente, sendo necessários repetir medições para observar a evolução da resposta metabólica à instabilidade hemodinâmica, febre, cirurgia, desmame da ventilação mecânica, etc. (7).

Tendo sido a maioria das EP desenvolvidas há algum tempo imediatamente se levanta a questão se essas equações se adaptam a populações modernas tendo em conta as alterações da composição corporal da população atual. As equações mais vulgarmente aplicadas foram estabelecidas ao longo dos últimos 100 anos, usando grandes coortes de homens e mulheres. A maioria delas obtidas tendo por base pesquisas conduzidas em adultos de populações ocidentais (21). As equações de *Cunningham* (22, 23), *De Lorenzo* (24) *Harris-Benedict* (25), *Mifflin-St.Jeor* (26), *Owen et al.* (27, 28) foram desenvolvidas para estimar a NEB em populações masculinas e femininas de massa corporal, altura e idade variáveis, numa população geral saudável. No entanto diferem nos seus componentes, usando apenas a massa corporal (27), massa livre de gordura (22), altura e massa corporal (24), ou altura, massa corporal e idade (25, 26).

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar quais as equações preditivas mais aplicadas, identificar que estudos incidiram sobre populações Portuguesas e em populações adultas sem patologias conhecidas, aferir as diferenças de resultados entre estimativas das EP e medições por CI.

METODOLOGIA

A pesquisa da literatura foi realizada nas bases de dados *Web of Science (All Data Bases)* e *PubMed* aplicando as palavras-chave "indirect calorimetry" e "predictive equations", bem como "calorimetria indireta" e "equações preditivas" com operador booleano "AND". Após remoção de duplicados, selecionaram-se artigos publicados em inglês, português, espanhol ou francês. A pesquisa foi atualizada várias vezes durante o processo de trabalho, iniciado em outubro de 2021 e revisto pela última vez em fevereiro de 2022. Da pesquisa inicial resultaram 311 artigos publicados entre 2011 e 2021 e após leitura dos resumos, 201 cumpriram os critérios de inclusão, ou seja, medição das NEB por CI comparando com a estimativa por diferentes EP. Destes, apenas 4 estudos se aplicavam-se à população Portuguesa. A fim de completar o estudo foram pesquisadas outras publicações nomeadamente revisões bibliográficas, artigos de opinião e *guidelines*.

Dos 201 artigos incluídos na revisão foram recolhidos dados qualitativos e quantitativos, tais como relevância, título do artigo, autores, revista onde foi publicado, ano de publicação, o tamanho da população estudada (N), o grupo etário (crianças, adolescentes, adultos, idosos), o género, particularidades da população (com ou sem patologias, doentes críticos ou não críticos, atletas ou população em geral, grávidas, país de origem, etc), quais e quantas equações preditivas aplicadas e principais resultados e conclusões (adequação ou não das EP à população, respetivos desvios quando possível).

Entre os estudos efetuados em indivíduos com patologia, identificaram-se diversas patologias (obesidade, doenças agudas, doenças crónicas, doenças oncológicas, transplantados, queimados, etc.).

Tendo em conta os objetivos traçados, nas 201 publicações selecionadas aplicaram-se ainda os seguintes critérios de inclusão: população adulta sem patologias conhecidas e com resultados que permitissem avaliar as diferenças entre métodos, resultando em 37 artigos.

Avaliaram-se os resultados e conclusões destes estudos para aferir as diferenças entre as estimativas das NEB aplicando as EP mais comuns relativamente às medições por CI e adotou-se como critério mínimo para considerar as estimativas das EP aceitáveis, os resultados com erro inferior a 10% relativamente às medições em pelo menos 60%

da população estudada.

O fluxograma apresentado na Figura 1 resume a estratégia de seleção e exclusão dos artigos.

ANÁLISE CRÍTICA

As publicações consideradas (n=201) apresentavam estimativas de NEB através da aplicação de uma extensa lista de equações preditivas que vai desde 1 EP até ao máximo de 45 EP (29,30) a diferentes populações (adultos, crianças, doentes, atletas, população em geral, etc) de dimensões muito variadas, desde N=4 (29) a N=4247 (31) comparando com as medições por calorimetria indireta. A produção científica sobre este tema tem vindo a aumentar principalmente a partir de 2015, conforme se pode constatar no gráfico seguinte (Gráfico 1). Os artigos selecionados encontravam-se distribuídos por mais de 130 revistas científicas diferentes, no entanto apenas 7 concentravam cerca de 40% dos artigos. O Gráfico 2 identifica as revistas com maior número de publicações sobre o tema e o respetivo fator de impacto no ano de 2021 (IF 2021).

A análise dos resultados revelou que os estudos incidiram principalmente sobre populações adultas (78%). 76% avaliaram populações com patologias, surgindo em primeiro lugar o excesso de peso/obesidade (25%) seguido por doentes críticos e traumáticos (20%). Estes resultados são expectáveis, uma vez que, estes estão entre os grupos mais vulneráveis, com grandes variações nas NEB face à população em geral, onde se esperam maiores diferenças nos resultados obtidos pelas EP, e onde as consequências da ingestão calórica por excesso ou defeito produz efeitos mais nefastos conforme já referido na introdução (12–20).

Dos 201 artigos 49 avaliaram populações sem patologias (24%), destes 40 em populações >18 anos.

Verificou-se ainda que 30% das publicações propunham novas EP (nEP), resultado da necessidade de adaptação das equações a populações específicas devido à falta de exatidão das EP existentes. A formulação de novas equações fornece mais ferramentas aos profissionais para escolha da que melhor se adapta ao indivíduo em causa, no entanto a seleção da melhor EP torna-se uma tarefa cada

Figura 1

Fluxograma ilustrativo da seleção dos artigos incluídos nesta revisão

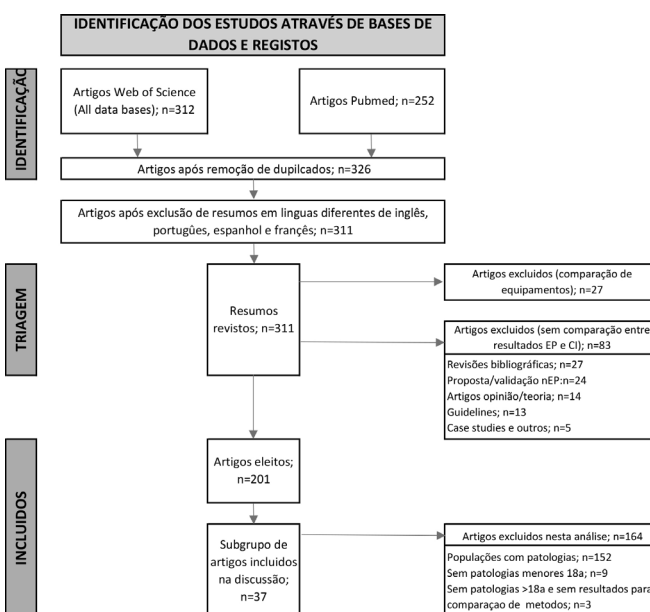


Gráfico 1

Número crescente de publicações entre 2011 e 2021 incluídas nesta revisão bibliográfica

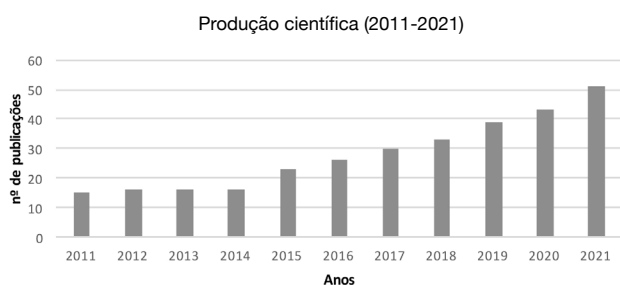
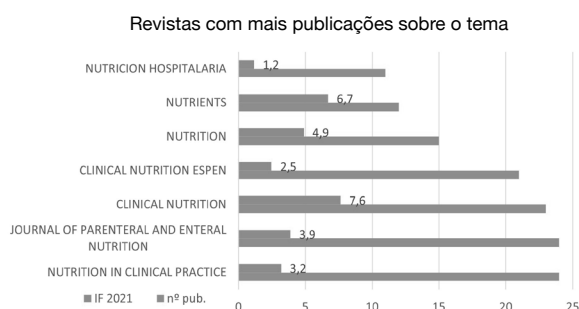


Gráfico 2

Número de publicações por revista e respetivo fator de impacto 2021 (<https://clarivate.com/webofsciencelibrary/essays/impact-factor/>)



vez mais difícil, sendo fundamental sistematizar esta informação e divulgá-la junto do público interessado (estudantes e profissionais de saúde).

A procura pela sistematização da informação é patente em várias referências analisadas, tomando-se como exemplo o trabalho desenvolvido por Amaro-Gahete e colegas (30) que inclui documentação suplementar que disponibiliza folha de cálculo onde é possível introduzir dados antropométricos ou de composição corporal e consultar um fluxograma para apoiar na escolha da EP mais adequada a cada indivíduo.

Recentemente, também nesta área, tal como noutras começa a assistir-se ao recurso à Inteligência Artificial (IA) para criação de algoritmos para estimativa das NEB. Dois dos estudos encontrados aplicam IA na previsão das NEB em crianças doentes críticas (31, 32) e um terceiro estudo aplica-se a uma população obesa (33). Será expectável um aumento considerável na investigação da aplicação da IA nesta área e conseqüentemente uma expansão da sua utilização. Nos 201 artigos, a equação centenária de *Harris-Benedict* foi a mais aplicada (74%), seguida pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations University (FAO/WHO/UNU)* (49%), em terceiro lugar surge a de *Mifflin-St. Jeor* (45%) e logo de seguida a equação de *Schofield* (41%) (33) e em quinto lugar surge a *EP de Owen* (29%) (27, 28) de agora adiante designadas por HB, WHO, MSJ, SCH e OWE, respetivamente.

Estes resultados são bastante similares aos encontrados por Frankenfield e colegas publicados numa revisão sistemática há mais de 15 anos (10), no qual a ordem foi HB, OWE, WHO e MSJ. Pode então deduzir-se que os profissionais recorreram também frequentemente a equação SCH. Importa referir que a equação da FAO/WHO/UNU tem por base a de Schofield, mas foi construída tendo em conta uma população maior (N=11000).

Dada a heterogeneidade das populações estudadas e tendo em conta a população que tipicamente dá origem à formulação das

equações preditivas mais comuns, avaliaram-se e discutiram-se os resultados dos estudos em populações adultas sem patologias conhecidas (n=37).

A Tabela 1 resume os resultados dos 37 artigos incluídos nesta discussão. Os artigos estão listados de acordo com o tamanho da população estudada (N), por ordem decrescente, desde N=620 (34) até N=11 (35).

Foram avaliadas as EP com maior frequência de utilização, mais precisamente as EP aplicadas em mais de 1/3 dos estudos: nEP (34,36–44), HB (25), WHO (45); MSJ (26); SCH (46); *Henry* (HR) (47); OWE (27,28); *Cunningham* (CUN) (22,23).

Dos 37 estudos analisados, 13 (35%) não identificaram nenhuma EP que tivesse resultados considerados aceitáveis, isto é, cujos resultados das NEB face às medições por CI apresentassem um erro inferior a 10% em pelo menos 60% da população estudada.

Neste grupo a equação HB voltou a ser a mais utilizada (92%) e apenas 15% dos estudos referiam erros das estimativas desta equação inferiores a 10% no mínimo em 60% da amostra (estudos sombreados a cinzento na Tabela 1). 49% destes artigos reportaram diferenças significativas dos resultados das EP mais comuns face à CI. Entre as equações mais comuns as EP MSJ, CUN e WHO apresentaram mais estudos com melhores resultados, 32%, 27% e 23% respetivamente (36,39–44,48–66).

Salienta-se que dos 37 estudos, 9 incluíram atletas o que poderá ter contribuído para melhores resultados da equação CUN, que tem em consideração a composição corporal (massa livre de gordura).

38% destes estudos propuseram e/ou validaram novas EP desenvolvidas especificamente para essa população, verificando-se que em 64% das situações estas apresentavam melhores resultados. No decurso da pesquisa bibliográfica foram encontrados 4 estudos aplicados a populações de origem Portuguesa, o primeiro em 2012 sobre as necessidades nutricionais em doentes críticos (15). Neste estudo concluiu-se que a EP HB não é precisa, subestimando as NEB destes doentes. O segundo estudo publicado em 2020 (67), comparou as NEB medidas por CI em 156 mulheres, agrupadas segundo o índice de massa corporal (IMC) com os resultados das NEB estimados aplicando 4 das EP mais comuns (HB, WHO, MSJ, SCH), concluindo que estas apresentam uma baixa precisão em termos individuais, variando de acordo com o IMC. No terceiro estudo, publicado também em 2020 (68), os autores propuseram duas novas equação preditivas (*Barcellos I* e *Barcellos II*) desenvolvidas com base numa população de 180 doentes não críticos, e aplicaram também as EP HB, SCH, *Lriton-Jones* (IJ) e MSJ. A concordância entre as medições da CI e as estimativas das novas equações foi superior comparativamente com os resultados da aplicação das EP publicadas, no entanto as novas equações subestimaram também o gasto energético em 32% dos pacientes usando a *Barcelos I* e 30% usando a *Barcelos II*. Por fim os mesmos autores do trabalho anterior publicaram em 2021 (69), um estudo onde testaram as equações previamente desenvolvidas e as EP HB, SCH, IJ, MSJ em 61 doentes oncológicos, comparando com as medições por CI. Os resultados deste trabalho demonstraram que todas as equações subestimavam as NEB apresentando diferenças clinicamente importantes. Os autores voltaram assim a reforçar a importância da aplicação da CI em doentes oncológicos e a necessidade de melhorar a precisão das EP existentes.

Um dos objetivos propostos neste trabalho foi o de aferir a necessidade de desenvolver EP adaptadas à população Portuguesa. Os trabalhos, atrás discutidos, não avaliaram a população geral Portuguesa, mas sim grupos específicos (mulheres e indivíduos doentes críticos, não críticos e oncológicos) e concluíram que algumas das EP mais utilizadas

Tabela 1

Tabela com resumo dos resultados das 37 publicações em discussão nesta revisão

PUBLICAÇÃO	POPULAÇÃO (CARACTERÍSTICA)/ REGIÃO	AMOSTRA (N)	EP APLICADAS/ EP PROPOSTAS	LISTA DAS EP	RESULTADOS EP estimativa aceitável (erro <10% em mais de 60% amostra)
Molina-Luque <i>et al.</i> (2021)	Adultos (mulheres)/Chile	620	12 EP/nEP	HB; MSJ; OWE; MUL; CUN; IJ; SCH; HR +4EP+nEP	nEP (necessita validação)
Anjos <i>et al.</i> (2014)	Adultos/Brasil	529	3 EP	SCH; HB; HR	----
De Qian <i>et al.</i> (2020)	Adultos/China	470	4 EP/nEP	SCH; HB; HR; LIU + nEP	----
Carrera-Gil <i>et al.</i> (2020)	Adultos/Chile	433	4 EP	HB, WHO, MSJ, ESPEN	todas EP <10% erro, mas em menos de 60% da amostra
Xue <i>et al.</i> (2019)	Adultos/China	315	7 EP/2nEP	HB; SCH; LIU; YAN; SIN; CUN; WAN + nEP	2nEP (necessitam validação)
Nikooyeh <i>et al.</i> (2020)	Adultos/Irão	267	3 EP/2nEP	HB; WHO; MSJ + 2nEP	----
Wahrlich <i>et al.</i> (2018)	Adultos /Brasil	148	4 EP	SCH; HR; MSJ; ANJ	ANJ (equação proposta e validada para esta população)
Amaro-Gahete <i>et al.</i> (2019)	Jovens adultos	132	45 EP	SCH; WHO2; MSJ; LK; KOR; JON; OWE; BER; HR + 36 EP	SCH, WHO2 (grupo eutrófico masculino); MSJ, WHO2 (grupo eutrófico feminino)
Marra <i>et al.</i> (2021)	Adultos (homens atletas de elite)	126	8 EP/2nEP	HB; SCH; WHO; MSJ; OWE; DEL; WON; TW + 2nEP	HB, SCH, WHO, MSJ, OWE nEP melhor performance (menor erro em maior amostra)
Wong <i>et al.</i> (2012)	Adultos (atletas)/ Singapura	125	5 EP/nEP	HB; WHO; ISM; DEL; CUN + nEP	----
Thom <i>et al.</i> (2020)	Adultos (Mulheres)	125	5 EP	HB; SCH; HR; MSJ; OWE	MSJ, HR
Frings-Meuthen <i>et al.</i> (2021)	Adultos (atletas master)	113	6 EP	HB; WHO; MUL; CUN; DEL	DEL, CUN
Ndahimana <i>et al.</i> (2018)	Adultos/Coreia	109	19 EP/nEP	BER; DEL; HB; MSJ; OWE; LK; HUA; LAZ; LUR; WHO; HR; SCH + 7EP + nEP	WHO1 nEP melhor performance
Ostendorf <i>et al.</i> (2018)	Adultos	102	3 EP/nEP	HB; MSJ; HAY; nEP	HB, MSJ, HAY nEP melhor performance
Soni <i>et al.</i> (2020)	Jovens adultos	100	4 EP	HB; SCH; WHO; MSJ	HB melhor performance, mas subestima NEB (sem dados concretos sobre desvio)
Balci <i>et al.</i> (2021)	Jovens adultos (atletas olímpicos)/ Turquia	97	12 EP	HB; MSJ; SCH; CUN; OWE; LIU; DEL; NEL; BER; JON; ROZ	HB, LIU
Cruz Marcos <i>et al.</i> (2015)	Adultos/Espanha	95	45 EP	BER; CUN; DEL; HB; HR; JON; KOR; LIU; LK; MSJ; MUL; OWE; SCH; WHO1; WHO2; NEL + 29 EP	DEL, HB, SCH KOR melhor performance
Haaf & Weijs (2014)	Adultos (atletas)/ Holanda	90	12 EP	CUN; DEL; WHO; HB; MSJ; OWE; SCH + 5 EP	CUN
Sousa <i>et al.</i> (2017)	Adultos (mulheres pós-parto)	79	2 EP ou mais	HB; SCH +? EP	----
Sgambato <i>et al.</i> (2019)	Idosos (mulheres)/Brasil	79	14 EP/3nEP	HB; MSJ; LIU; MUL; LK; KOR; ANJ; SCH; LUR; HR; AM; HD + 2EP+ n3EP	nEP
Siervo <i>et al.</i> (2014)	Idosos	68	14 EP/nEP	HB; OWE; BER; FRE; LK; WHO; MUL; LUR; SCH; EU; HR; KOR; DEL + nEP	MUL, HB, FRE nEP melhor performance
Ruiz & Rodríguez (2014)	Adultos (mulheres)	65	4 EP	HB; WHO1; WHO2; MSJ	----
Souza Marques <i>et al.</i> (2021)	Jovens adultos (homens)	65	2 EP	HB; WHO2	WHO2
Santos <i>et al.</i> (2011)	Adultos (mulheres)/Brasil	46	2 EP	HB; WHO1	WHO1
Arantes Lustosa <i>et al.</i> (2013)	Adultos (homens)/Brasil	44	3 EP	WHO; HB; IOM	IOM
Rao <i>et al.</i> (2012)	Jovens adultos/China	43	5 EP	HB; WHO; OWE; MSJ; LIU	LIU, OWE, MSJ
Bonganha <i>et al.</i> (2013)	Adultos (mulheres pós-menopausa)	43	5 EP	HB; HR; MSJ; WHO; FBP	MSJ
Itoi <i>et al.</i> (2017)	Idosos/Japão	32	17 EP	HB; BER; WHO1; SCH; OWE; MSJ; FRE; EU; DEL; LUR; MUL; LK; HR; KOR; GAN; IKE; WK	DEL, IKE
Joseph <i>et al.</i> (2017)	Adultos (homens atletas) /Índia	30	7 EP/nEP	HB; MSJ; WHO; CUN; OWE; KM; NEL + nEP	nEP
Devrim-Lanpir <i>et al.</i> (2019)	Adultos (atletas)	30	9 EP	HB; MSJ; CUN; WHO; WAN + 4 EP	MSJ, CUN
Lee <i>et al.</i> (2012)	Adultos (policias)	28	12 EP	HB; SCH; WHO; CUN; MSJ; LIU; OWE; IOM, HR + 3EP	HB <10% erro, mas em menos de 60% da amostra
Mackay <i>et al.</i> (2019)	Adultos (mulheres atletas)	27	3 EP	HB; MSJ; WHO	----
Carteri <i>et al.</i> (2017)	Adultos (mulheres pós-menopausa)	24	12 EP	HB; FRE; HR; JON; KOR; LAZ; LK; MSJ; MUL; OWE; SCH + 2 EP	WHO, FRE, LAZ, SCH (válido no grupo eutrófico)
Karlsson <i>et al.</i> (2017)	Idosos (homens)	22	6 EP	MSJ; WHO; HB; LUR; HR; CUN	MSJ
Ocobock <i>et al.</i> (2020)	Adultos (mulheres)/ Finlândia	20	9 EP/nEP	HB; MSJ; NEL; OWE; HR; SCH + 3 EP + nEP	----
Sinha <i>et al.</i> (2021)	Jovens adultos/Índia	19	1 EP/nEP	WHO2; nEP	----
Branco <i>et al.</i> (2018)	Jovens adultos e adolescentes (mulheres atletas)	11	6 EP	HB; HR; WHO; KM; SCH; IOM	----

AM: Aleman-Mateo (2006)
 ANJ: Anjos (2014)
 BER: Bernstein (1983)
 CUN: Cunningham (1980,1991)
 DEL: De Lorenzo (2000)
 ESPEN: European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (2019)
 EU: EU (1993)
 FBP: Female Brazilian Population (2010)
 FRE: Fredrix (1990)

GAN: Ganpule (2007)
 HAY:Hayes (2002)
 HB:Harris-Benedict (1919)
 HD: Hedayati-Dittmar (2011)
 HR: Henry/Oxford (2005)
 HUA: Huang (2004)
 IJ: Ireton-Jones (2002)
 IKE: Ikeda (2013)
 IOM: Institute of Medicine and National Academies (2002)

JON: Johnstone (2006)
 KOR: Korth (2007)
 LAZ: Lazzar (2007)
 LIU: Liu (1995, 2001)
 LK: Livingston-Kohlstadt (2005)
 LUR: Lührman (2002)
 MSJ: Mifflin-St. Jeor (1986, 1987)
 MUL: Müller (2004)
 NEL: Nelson (1992)
 nEP: nova Equação Preditiva

OWE: Owen (1986, 1987)
 ROZ: Roza (1984)
 SCH:Schofield (1985)
 SIN: Singapore (2016)
 TW: Ten Haaf-Weijs (2014)
 WAN: Wang (2000)
 WHO 1: FAO/WHO/UNU (1985)
 WHO2: FAO/WHO/UNU (2001)
 WK: Weijs-Kruizenga (2016)
 YAN: Yang (2010)

não se adequavam a esses grupos, apresentando como fatores importantes o IMC e a presença de patologias. Também demonstraram que o desenvolvimento de uma equação tendo por base um grupo de indivíduos necessita validação e não será necessariamente precisa para todos os indivíduos desse grupo. Como já foi referido anteriormente, as populações onde o impacto da subestimativa ou sobrestimativa das necessidades energéticas tem consequências mais graves, sobretudo em pessoas com patologia, devem ser avaliados com muita cautela e sempre que possível aplicando a CI. Esta seria a situação ideal, no entanto mesmo com os avanços tecnológicos e novas soluções a maioria dos profissionais não tem acesso a este método. Sendo assim a necessidade de recorrer a métodos alternativos continua a ser uma inevitabilidade.

É fundamental a criação de linhas orientadoras que permitam aos profissionais selecionarem entre os métodos/fórmulas existentes as que melhor se adequam a determinada população ou indivíduo, conforme preconiza a *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (ESPEN) (2). Para tal, a criação e ampla divulgação de fluxogramas, árvores de decisão, com base em estudos bem fundamentados parece à partida uma solução facilitadora. Também o desenvolvimento de novas EP deve satisfazer alguns critérios mínimos de qualidade relacionados com a escolha da população avaliada, o tamanho da amostra de forma a ser representativa, o cumprimento dos protocolos pré-estabelecidos e a validação da EP desenvolvida.

Como disse Martindale e seus colaboradores em 2011 (70) apesar das *guidelines*, quer sejam dos Estados Unidos, do Canadá ou Europeias serem baseadas em estudos com robustez científica, estando de acordo em muitas áreas, existem ainda recomendações substancialmente diferentes em relação a: calorimetria indireta versus equações preditivas. Em última análise as intervenções nutricionais exigem uma abordagem multidisciplinar que incorpore as melhores práticas institucionais, considerações individuais do paciente, e acima de tudo, pensamento crítico.

Limitações e Propostas desta Revisão

As principais dificuldades encontradas neste trabalho relacionaram-se com a análise e interpretação dos resultados dos estudos incluídos nesta revisão, pois as comparações de resultados entre as estimativas e medições das NEB não adotaram parâmetros uniformes, dificultando a escolha de critérios que fossem aplicáveis à maioria dos estudos. Seria interessante realizar a mesma análise nos estudos dedicados às populações com patologias e de outras faixas etárias.

CONCLUSÕES

A equação de *Harris-Benedict*, existente há mais de um século, foi ainda a mais aplicada na estimativa das NEB nos estudos incluídos nesta revisão (74%), seguida pela *FAO/WHO/UNU* (49%), *Mifflin-St. Jeor* (45%), *Schofield* (41%) e *Owen* (29%). Nos estudos realizados numa população adulta sem patologias conhecidas que compararam as estimativas das NEB com as medições por calorimetria indireta (*gold standard* desta determinação), verificou-se que as equações desenvolvidas especificamente para a população estudada apresentaram melhores resultados na maioria dos casos (64%). Entre as equações mais aplicadas a de *Mifflin-St. Jeor*, *Cunningham* e *FAO/WHO/UNU* apresentaram uma maior percentagem de estudos, 32%, 27% e 23% respetivamente, com estimativas mais aproximadas das medições por calorimetria indireta. Relativamente à equação de *Harris-Benedict* isso aconteceu em 15% dos estudos. Metade destes artigos referem diferenças significativas entre as estimativas das NEB aplicando as equações preditivas mais comuns e as medições por

calorimetria indireta em indivíduos e grupos. Facto que conduz ao crescente desenvolvimento de novas equações preditivas adaptadas a populações específicas e a aplicação de novas soluções no seu desenvolvimento, como é exemplo a inteligência artificial. O constante aumento de estudos e propostas de equações torna crucial a sistematização desta informação e a criação de *guidelines* e árvores de decisão que conduzam à seleção do método mais adequado e adaptado às diferentes populações e indivíduos, uma vez que a calorimetria indireta não se encontra disponível na maioria das situações. Na pesquisa efetuada encontraram-se poucos estudos aplicados à população Portuguesa e nenhum deles representativo da população em geral, como tal, os autores consideram uma mais-valia a realização de um estudo aplicado à nossa população considerando variáveis antropométricas, a idade, o género e composição corporal.

CONFLITO DE INTERESSES

Nenhum dos autores reportou conflito de interesses.

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR PARA O ARTIGO

CM: Responsável pela estruturação, pesquisa bibliográfica, escrita do rascunho do manuscrito e correções propostas pelos revisores após primeira submissão; HL: Tem uma linha de investigação nesta área e propôs o tema, acompanhou a realização do manuscrito pelas etapas de investigação, realizou a revisão crítica e científica do artigo e aprovou a versão final para submissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. Human energy requirements Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation [Internet]. 2001. Available from: <https://www.fao.org/3/y5686e/y5686e00.htm#Contents>.
2. Bendavid I, Lobo DN, Barazzoni R, Cederholm T, Coëffier M, de van der Schueren M, et al. The centenary of the Harris-Benedict equations: How to assess energy requirements best? Recommendations from the ESPEN expert group. *Clin Nutr*. 2021;40(3):690-701.
3. Judges D, Knight A, Graham E, Goff LM. Estimating energy requirements in hospitalised underweight and obese patients requiring nutritional support: A survey of dietetic practice in the United Kingdom. *Eur J Clin Nutr*. 2012;66(3):394-8.
4. Mtaweh H, Taira L, Floh AA, Parshuram CS. Indirect calorimetry: History, technology, and application. *Front Pediatr*. 2018;6(September):1-8.
5. Schofield KL, Thorpe H, Sims ST. Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. *Exp Physiol*. 2019;104(4):469-75.
6. Weir JB d. V. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol*. 1949;109(1-2):1-9.
7. Delsoglio M, Achamrah N, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry in clinical practice. *J Clin Med*. 2019;8(9):1-19.
8. Tah PC, Poh BK, Kee CC, Lee ZY, Hakumat-Rai VR, Mat Nor MB, et al. Do we need different predictive equations for the acute and late phases of critical illness? A prospective observational study with repeated indirect calorimetry measurements. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2022;76(4):527-34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-021-00999-y>.
9. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. *J Am Diet Assoc*. 2006;106(6):881-903.
10. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: A systematic review. *J Am Diet Assoc*. 2005;105(5):775-89.
11. Carrera-Gil F, Bunout D, Jiménez T, Pía de la Maza M, Hirsch S. Predictive equations are inaccurate to assess caloric needs in non-white adults from Chile. *Nutrition*. 2020;78.
12. Carpenter A, Pencharz P, Mouzaki M. Accurate estimation of energy requirements of young patients. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2015;60(1):4-10.

13. Jotterand Chaparro C, Taffé P, Moullet C, Laure Depeyre J, Longchamp D, Perez MH, et al. Performance of Predictive Equations Specifically Developed to Estimate Resting Energy Expenditure in Ventilated Critically Ill Children. *J Pediatr* [Internet]. 2017;184:220-226.e5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.12.063>.
14. Meyer R, Kulinskaya E, Briassoulis G, Taylor RM, Cooper M, Pathan N, et al. The challenge of developing a new predictive formula to estimate energy requirements in ventilated critically ill children. *Nutr Clin Pract*. 2012;27(5):669-76.
15. Costa NA de A, Marinho AD, Caçado LR. Necessidades nutricionais do doente crítico. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(3):270-7.
16. Michele B, Picolo F, Lago AF, Nicolini EA, Basile-filho A, Martins-filho OA, et al. Harris-Benedict equation and resting energy expenditure estimates in critically ill ventilator patients. *Nutr Crit Care*. 2016;25(1):21-9.
17. Sabatino A, Theilla M, Hellerman M, Singer P, Maggiore U, Barbagallo M, et al. Energy and protein in critically ill patients with AKI: A prospective, multicenter observational study using indirect calorimetry and protein catabolic rate. *Nutrients*. 2017;9(8).
18. Singer P, De Waele E, Sanchez C, Ruiz Santana S, Montejo JC, Laterre PF, et al. TICACOS international: A multi-center, randomized, prospective controlled study comparing tight calorie control versus Liberal calorie administration study. *Clin Nutr* [Internet]. 2021;40(2):380-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.05.024>.
19. Zusman O, Theilla M, Cohen J, Kagan I, Bendavid I, Singer P. Resting energy expenditure, calorie and protein consumption in critically ill patients: A retrospective cohort study. *Crit Care* [Internet]. 2016;20(1):1-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-016-1538-4>.
20. Zusman O, Kagan I, Bendavid I, Theilla M, Cohen J, Singer P. Predictive equations versus measured energy expenditure by indirect calorimetry: A retrospective validation. *Clin Nutr* [Internet]. 2019;38(3):1206-10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.04.020>.
21. Rao ZY, Wu XT, Liang BM, Wang MY, Hu W. Comparison of five equations for estimating resting energy expenditure in Chinese young, normal weight healthy adults. *Eur J Med Res*. 2012;17(1):1.
22. Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr*. 1980;33(11):2372-4.
23. Cunningham JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr*. 1991;54(6):963-969.
24. De Lorenzo A, Tagliabue A, Andreoli A, Testolin G, Comelli M, Deurenberg P. Measured and predicted resting metabolic rate in Italian males and females, aged 18-59 y. *Eur J Clin Nutr*. 2001;55:208-14.
25. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci*. 1918;4(12):370-3.
26. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr*. 1990;51(2):241-7.
27. Owen OE, Kavlé E, Owen RS, Polansky M, Caprio S, Mozzoli MA, et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr*. 1986;44(1):1-19.
28. Owen O., Holup JL, D'Alessio DA, Craig ES, Polansky M, Smalley K., et al. A reappraisal of the caloric requirements of men. *Am J Clin Nutr*. 1987;46(6):875-85.
29. Wong S, Subong P, Pandely A, Saif M, Graham A. Measure or estimate energy expenditure in spinal cord injury patients? A comparison of indirect calorimetry and commonly used predictive equations. *Proc Nutr Soc*. 2016;75(OCE1):2022.
30. Amaro-Gahete FJ, Jurado-Fasoli L, De-La-O A, Gutierrez Á, Castillo MJ, Ruiz JR. Accuracy and validity of resting energy expenditure predictive equations in middle-aged adults. *Nutrients*. 2018;10(11):1-13.
31. De Cosmi V, Mazzocchi A, Milani GP, Calderini E, Scaglioni S, Bettocchi S, et al. Prediction of resting energy expenditure in children: May artificial neural networks improve our accuracy? *J Clin Med*. 2020;9(4).
32. Spolidoro GCl, D'oria V, De Cosmi V, Milani GP, Mazzocchi A, Akhondi-Asl A, et al. Artificial neural network algorithms to predict resting energy expenditure in critically ill children. *Nutrients*. 2021;13(11):1-17.
33. Disse E, Ledoux S, Bétry C, Caussy C, Maitrepierre C, Coupaye M, et al. An artificial neural network to predict resting energy expenditure in obesity. *Clin Nutr*. 2018;37(5):1661-9.
34. Molina-Luque R, Carrasco-Marín F, Márquez-Urrizola C, Ulloa N, Romero-Saldaña M, Molina-Recio G. Accuracy of the resting energy expenditure estimation equations for healthy women. *Nutrients*. 2021;13(2):1-20.
35. Branco MC, Alves FD, Zanella PB, Souza CG de. Comparison between equations for estimation of resting energy expenditure and indirect calorimetry in gymnasts. *Rev Bras Nutr esportiva* [Internet]. 2018;12(70):195-203. Available from: <http://hdl.handle.net/10183/178138>.
36. Xue J, Li S, Zhang Y, Hong P. Accuracy of predictive resting-metabolic-rate equations in chinese mainland adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(15).
37. Wahrlich V, Teixeira TM, Anjos LA dos. Validity of a population-specific BMR predictive equation for adults from an urban tropical setting. *Clin Nutr* [Internet]. 2018;37(1):208-13. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.12.005>.
38. Marra M, Di Vincenzo O, Cioffi I, Sammarco R, Morlino D, Scalfi L. Resting energy expenditure in elite athletes: development of new predictive equations based on anthropometric variables and bioelectrical impedance analysis derived phase angle. *J Int Soc Sports Nutr*. 2021;18(1):1-9.
39. Ndahimana D, Choi YJ, Park JH, Ju MJ, Kim EK. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Korean non-obese adults. *Nutr Res Pract*. 2018;12(4):283-90.
40. Ostendorf DM, Melanson EL, Caldwell AE, Creasy SA, Pan Z, Maclean PS, et al. No consistent evidence of a disproportionately low resting energy expenditure in long-term successful weight-loss maintainers. *Am J Clin Nutr*. 2018;108(4):658-66.
41. Sgambato MR, Wahrlich V, Anjos LA dos. Validity of basal metabolic rate prediction equations in elderly women living in an urban tropical city of Brazil. *Clin Nutr ESPEN* [Internet]. 2019;32:158-64. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.03.003>.
42. Siervo M, Bertoli S, Battezzati A, Wells JC, Lara J, Ferraris C, et al. Accuracy of predictive equations for the measurement of resting energy expenditure in older subjects. *Clin Nutr* [Internet]. 2014;33(4):613-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2013.09.009>.
43. Joseph M, Gupta R Das, Prema L, Inbakumari M, Thomas N. Are predictive equations for estimating resting energy expenditure accurate in Asian Indian male weightlifters? *Indian J Endocrinol Metab*. 2017;21(4):515-9.
44. Ocobock C, Soppela P, Turunen MT, Stenbäck V, Herzog KH. Elevated resting metabolic rates among female, but not male, reindeer herders from subarctic Finland. *Am J Hum Biol*. 2020;32(6):1-16.
45. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Vol. Technical, World Health Organization. Geneva; 1985.
46. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*. 1985;39(Suppl 1):5-41.
47. Henry C. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr*. 2005;8(7a):1133-52.
48. Bonganha V, Libardi CA, Santos CF, De Souza G V., Conceição MS, Chacon-Mikahil MPT, et al. Predictive equations overestimate the resting metabolic rate in postmenopausal women. *J Nutr Heal Aging*. 2013;17(3):211-4.
49. Devrim-Lanpir A, Kocahan T, Deliceoglu G, Tortu E, Bilgic P. Is there any predictive equation to determine resting metabolic rate in ultra-endurance athletes? *Prog Nutr*. 2019;21(1):25-33.
50. Frings-Meuthen P, Henkel S, Boschmann M, Chilibeck PD, Alvero Cruz JR, Hoffmann F, et al. Resting Energy Expenditure of Master Athletes: Accuracy of Predictive Equations and Primary Determinants. *Front Physiol*. 2021;12(March):1-11.
51. Itoi A, Yamada Y, Yokoyama K, Adachi T, Kimura M. Validity of predictive equations for resting metabolic rate in healthy older adults. *Clin Nutr ESPEN* [Internet]. 2017;22:64-70. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2017.08.010>.
52. Karlsson M, Olsson E, Becker W, Karlström B, Cederholm T, Sjögren P. Ability to predict resting energy expenditure with six equations compared to indirect calorimetry

- in octogenarian men. *Exp Gerontol* [Internet]. 2017;92:52–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2017.03.013>.
53. Lee SH, Kim EK. Accuracy of Predictive Equations for Resting Metabolic Rates and Daily Energy Expenditures of Police Officials Doing Shift Work by Type of Work. *Clin Nutr Res*. 2012;1(1):66.
 54. Mao DQ, Wu JH, Huang CY, Li KJ, Liu XL, Zhang SL, et al. Basal Energy Expenditure of Chinese Healthy Adults: Comparison of Measured and Predicted Values. *Biomed Environ Sci*. 2020;33(8):566–72.
 55. Marra M, Sammarco R, Cioffi I, Morlino D, Di Vincenzo O, Speranza E, et al. New predictive equations for estimating resting energy expenditure in subjects with normal weight and overweight. *Nutrition*. 2021;84:0–5.
 56. Ruiz M, Rodríguez A. Comparación de la tasa metabólica en reposo medida por calorimetría indirecta versus ecuaciones predictivas. *Rev Chil Nutrición*. 2014;41(1):17–22.
 57. Souza Marques DC, Coelho AA, Oliveira FM, Souza MG, Ferrari A, Mariano IR, et al. Resting metabolic rate: a comparison between different measurement methods used in male university students. *Sport Sci Health* [Internet]. 2021;17(2):449–57. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11332-020-00727-2>.
 58. Ten Haaf T, Weijs PJM. Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18–35 years: Confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. *PLoS One*. 2014;9(10):1–8.
 59. Thom G, Gerasimidis K, Rizou E, Alfheaid H, Barwell N, Manthou E, et al. Validity of predictive equations to estimate RMR in females with varying BMI. *J Nutr Sci*. 2020;9:1–10.
 60. Wong JE, Poh BK, Nik Shanita S, Izham MM, Chan KQ, De Tai M, et al. Predicting basal metabolic rates in Malaysian adult elite athletes. *Singapore Med J*. 2012;53(11):744–9.
 61. Carteri RB, Feldmann M, Gross JS, Kruger RL, Lopes AL, Álvaro Reischak-Oliveira. Comparison between resting metabolic rate and indirect calorimetry in postmenopausal women. *Comparação de equações preditivas de taxa*. *Rev Nutr*. 2017;30(5):583–91.
 62. de Sousa TM, Maioli TU, dos Santos ALS, dos Santos LC. Energy expenditure in the immediate postpartum period: Indirect calorimetry versus predictive equations. *Nutrition* [Internet]. 2017;39–40:36–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2017.02.009>.
 63. Mackay KJ, Schofield KL, Sims ST, McQuillan JA, Driller MW. The Validity of Resting Metabolic Rate-Prediction Equations and Reliability of Measured RMR in Female Athletes. *Int J Exerc Sci* [Internet]. 2019;12(2):886–97. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31523344> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6719816>.
 64. Anjos LA, Wahrlich V, Vasconcelos MT. BMR in a Brazilian adult probability sample: The Nutrition, Physical Activity and Health Survey. *Public Health Nutr*. 2014;17(4):853–60.
 65. Arantes Lustosa AM, Nunes Bento AP, Policarpo Barbosa F, De Abreu Soares E, Martin Dantas EH, Fernandes Filho J. Basal energy expenditure in men living in Goiânia. *Rev Bras Med do Esporte*. 2013;19(2):96–8.
 66. Balci A, Badem EA, Yilmaz AE, Devrim-Lanpir A, Akinoğlu B, Kocahan T, et al. Current Predictive Resting Metabolic Rate Equations Are Not Sufficient to Determine Proper Resting Energy Expenditure in Olympic Young Adult National Team Athletes. *Front Physiol*. 2021;12(February):1–12.
 67. Tallom JM, Narciso J, Saavedra R, Silva AJ, Barros A, Costa AM. View of Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in Portuguese women. *Motricidade* [Internet]. 2020;16(1):74–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.20054>.
 68. Barcellos PS, Borges N, Torres DPM. New equation to estimate resting energy expenditure in non-critically ill patients. *Clin Nutr ESPEN* [Internet]. 2020;37:240–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.02.006>.
 69. Barcellos PS, Borges N, Torres DPM. Resting energy expenditure in cancer patients: Agreement between predictive equations and indirect calorimetry. *Clin Nutr ESPEN* [Internet]. 2021;42:286–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.01.019>.
 70. Martindale RG, McCarthy MS, S.A. McClave. Guidelines for nutrition therapy in critical illness: Are not they all the same? *Minerva Anestesiol* [Internet]. 2011;77(4):463–7. Available from: <http://www.minervamedica.it/en/getfreepdf.php?cod=R02Y2011N04A0463&cksum=AAAAKE7.ET0Af372HkHF-DOGaeVzO8za5PKs6Rz1sUV9grsTnrFyLduCC1XJ2q2j1kAqn&ckid=AAAAGMS-MUaMAW3P3pk2PVCDi53CdLjfmOgTf/qiG3QFf%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=eme>.