

Comparação dos valores de gasto energético mensurados por calorimetria indireta e os calculados por fórmula preditiva, em pacientes críticos com COVID-19

Comparison between energetic expenditure values measured through indirect calorimetry and through a predictive formula in critically ill COVID-19 patients

DOI: 10.37111/braspenj.2023.38.2.05

Anna Carolina Pompermyer Coradelli¹
Caroline Valverde Pereira²
Daniela Hummel de Almeida³
Fabiana Ruotolo⁴
Luanye Karla Silva⁵
Luma Kagueyama⁶
Mariana dos Santos Pereira Dutra⁷
Mariana Valini Monteiro⁸
Matheus Horta Sad⁹
Paulo Cesar Ribeiro¹⁰
Sandra Regina Alves Belo¹¹

Unitermos:

COVID-19. Calorimetria indireta. Cuidados críticos.

Keywords:

COVID-19. Indirect calorimetry. Critical care.

Endereço de correspondência:

Caroline Valverde Pereira
Hospital Sírio-Libanês – Rua Dona Adma Jafet, 91 –
São Paulo, SP, Brasil – CEP: 01308-050
E-mail: caroline.vpereira@hsl.org.br

Submissão

16 de dezembro de 2022

Aceito para publicação

24 de junho de 2023

RESUMO

Introdução: Pacientes críticos apresentam alterações metabólicas importantes que podem contribuir para a perda de massa magra, maior risco de comorbidades, desnutrição e maior tempo de internação. A estimativa do gasto calórico do paciente crítico varia de acordo com diversos fatores e a calorimetria indireta (CI), em pacientes em ventilação mecânica (VM) é fortemente recomendada. Avaliamos a concordância entre o gasto energético mensurado pela calorimetria indireta e o estimado pela fórmula de bolso da BRASPEN, em pacientes críticos com COVID-19. **Método:** Estudo observacional transversal retrospectivo. Foram utilizados todos os pacientes críticos com COVID-19 com dados de CI, no período de abril a setembro de 2021. **Resultados:** Foram 25 pacientes, sendo 80% (n=20) do gênero masculino, 56% (n=14) idosos e 56% (n=14) obesos. A CI foi realizada na primeira semana de doença crítica em 64% (n=16) dos pacientes. Desses pacientes, 56% (n=14) tinham diagnóstico de hipertensão arterial sistêmica (HAS), 28% (n=7) de diabetes mellitus (DM), 24% (n=6) de dislipidemia (DLP), 16% (n=4) de doenças cardiovasculares (DCV), 12% (n=3) de doença renal crônica (DRC), 12% (n=3) de câncer, 8% (n=2) de doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC) e 1 apresentava hepatopatia (4%). Em 56% (n=14) dos pacientes, o peso foi aferido na internação e 44% (n=11) tinham apenas o peso referido. Em 64% (n=16) dos pacientes, a CI forneceu uma estimativa calórica maior do que a encontrada na fórmula preditiva, sendo a variação máxima de 1514 kcal. Em relação à equação preditiva, a variação máxima foi de 587,5 kcal, quando comparada à CI. Não houve correlação entre as variáveis da estimativa de necessidade calórica, a partir da CI e fórmula preditiva, independentemente da idade. **Conclusão:** Sugere-se que as equações preditivas podem subestimar o gasto calórico dos pacientes alvo deste estudo, tendo como agravante o hipermetabolismo progressivo da COVID-19. Por isso, se demonstra a importância do método padrão para a estimativa energética do paciente e sua aferição recorrente.

1. Médica, Especialista em Nutrição Parenteral e Enteral pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (BRASPEN) e Especialista em Medicina Intensiva pelo Hospital Sírio-Libanês. São Paulo, SP, Brasil.
2. Nutricionista e Especialista em Paciente Crítico pelo Programa de Residência Multiprofissional no Cuidado ao Paciente Crítico do Hospital Sírio-Libanês. São Paulo, SP, Brasil.
3. Nutricionista, Especialista em Nutrição Parenteral e Enteral pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (BRASPEN), Especialista em Terapia Nutricional em Cuidados Intensivos pelo Ganep e Especialista em Atenção Integral no Sistema Público de Saúde pelo Programa de Residência Multiprofissional do Hospital Municipal Dr Mário Gatti. São Paulo, SP, Brasil.
4. Nutricionista, Mestre em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Especialista em Nutrição Parenteral e Enteral pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (BRASPEN) e Especialista em Nutrição Clínica pela ASBRAN, Nutricionista no Hospital Sírio-Libanês. São Paulo, SP, Brasil.
5. Nutricionista, Nutricionista pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul com Especialização em Saúde do Idoso pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil.
6. Nutricionista, Especialista em Paciente Crítico pelo Programa de Residência Multiprofissional no Cuidado ao Paciente Crítico do Hospital Sírio Libanês, Especialista em Nutrição Clínica pelo Programa de Aprimoramento profissional em Nutrição Clínica pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil.
7. Médica, Mestre em Gestão e Inovação em Saúde pelo Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio-Libanês, Especialista em Medicina Intensiva pela AMIB, Especialista em Nutrição Parenteral e Enteral pela BRASPEN. São Paulo, SP, Brasil.
8. Médica, Especialista em Clínica Médica pelo Hospital Santa Marcelina, Médica especialista em Medicina Intensiva pelo Hospital Sírio Libanês, Médica da Equipe Multiprofissional de Terapia Nutricional (EMTN) do Hospital Sírio-Libanês. São Paulo, SP, Brasil.
9. Médico, Especialista em Medicina Intensiva pelo Hospital Sírio-Libanês, Especialista em Medicina Intensiva pela Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), Especialista em Nutrição Parenteral e Enteral pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (BRASPEN), Médico da Equipe Multiprofissional de Terapia Nutricional (EMTN) do Hospital Sírio-Libanês. São Paulo, SP, Brasil.
10. Médico, Mestre em Cirurgia pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Especialista em Medicina Intensiva pela AMIB, Especialista em Nutrição Parenteral e Enteral pela BRASPEN. São Paulo, SP, Brasil.
11. Nutricionista, Especialista em Nutrição Clínica pelo Instituto de Metabolismo e Nutrição (INSIRA). São Paulo, SP, Brasil.

ABSTRACT

Introduction: Critically ill patients have important metabolic changes that can contribute to the loss of lean mass, greater risk of complications, malnutrition and increased length of hospital stay. The estimation of caloric expenditure in these patients varies according to several factors and to measure indirect calorimetry (IC) in patients on mechanical ventilation (MV) is strongly recommended. We assessed the agreement of energy expenditure measured by indirect calorimetry and that estimated by the pocket formula suggested by BRASPEN in critically ill patients with COVID-19. **Methods:** Retrospective, cross-sectional observational study. All critical patients with COVID-19 with IC estimations from April to September 2021 were used. **Results:** There were 25 patients, 80% (n=20) of which were male, 56% (n=14) were elderly and 56% (n=14) were obese. IC was performed in the first week of critical illness in 64% (n=16) of patients. Most patients (56%) had systemic arterial hypertension (SAH), 28% (n=7) had diabetes mellitus (DM), 24% (n=6) had dyslipidemia (PLD), 16% (n=4) had cardiovascular disease (CVD), 12% (n=3) had chronic kidney disease (CKD), 12% (n=3) had cancer, 8% (n=2) had chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and 1 (4%) had liver disease. In 56% (n=14) of the patients, weight was measured at admission and 44% (n=11) only had the reported weight. In 64% (n=16) of patients, IC provided a caloric estimate greater than that found in the predictive formula, with a maximum variation of 1514 kcal. Regarding the predictive equation, the maximum variation was 587.5 kcal, when compared to CI. There was no correlation between the variables of the estimate of caloric needs from the IC and the age-independent predictive formula. **Conclusion:** It is suggested that the predictive equations may underestimate the caloric expenditure of the target patients of this study, with the progressive hypermetabolism of COVID-19 as an aggravating factor. Therefore, the importance of the standard method for estimating the energy of the patient and its recurrent measurement is demonstrated.

INTRODUÇÃO

Pacientes críticos apresentam alterações metabólicas importantes que podem contribuir para a perda de massa magra, maior risco de complicações, desnutrição e maior tempo de internação hospitalar¹. Segundo a diretriz da *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (ESPEN), a terapia nutricional em pacientes na unidade de terapia intensiva (UTI) à base de fórmulas enterais e/ou parenterais deve ser considerada para pacientes cuja a ingestão via oral seja menor que 70% das suas necessidades nutricionais e com permanência na UTI por mais de 48h². Além disso, sugere-se que esses pacientes devam ser considerados em risco para desnutrição, devido ao hipermetabolismo da doença ou pela oferta nutricional inadequada^{2,3}.

O gasto energético total (GET) do indivíduo refere-se à energia necessária para que o corpo humano realize suas funções³⁻⁵. Ao ser calculado, é utilizada a taxa metabólica basal (TMB) e outros fatores, como o efeito térmico da atividade física e do alimento e termogênese facultativa, sendo que esta última se refere à modificação do gasto de energia resultante da alteração da temperatura corporal, ingestão de alimentos, estresse emocional e outros fatores^{6,7}.

O gasto energético de repouso (GER) é resultante da combinação desses fatores, com exceção do efeito térmico da atividade física. Porém, em pacientes críticos, o GER se assemelha ao GET devido à inatividade física³. Este gasto varia no paciente crítico de acordo com a idade, gênero, comorbidades, medicamentos, o motivo que o levou à UTI, disfunções orgânicas agudas, estado nutricional e momento metabólico em que ele se encontra ao longo da internação na UTI¹. Tanto a subnutrição como a hiperalimentação do paciente crítico traz consequências negativas para o desfecho

final¹. Portanto, determinar corretamente o gasto energético é essencial para adequar as reais necessidades calóricas e proteicas do paciente¹.

Dentre os métodos utilizados para se obter o gasto energético de indivíduos críticos em ventilação mecânica, a calorimetria indireta (CI) é fortemente recomendada pela ESPEN e ASPEN (*American Society of Parenteral and Enteral Nutrition*)^{2,8}. Em contrapartida, o método apresenta custos elevados para compra e manutenção dos dispositivos de mensuração, fazendo com que fórmulas preditivas para calcular a estimativa das necessidades energéticas sejam bastante utilizadas em âmbito hospitalar, mesmo não fornecendo valores exatos da TMB⁷.

A CI calcula o GER, a partir de um equipamento que mensura o oxigênio consumido (VO_2) e o dióxido de carbono produzido (VCO_2), estimando o calor gerado pelo organismo durante o período em que foi realizada a calorimetria. Os valores são adicionados à equação de Weir, que resulta no GER do paciente^{3,4,7}. Na ausência da CI, o uso de 25 a 30 kcal/kg de peso/dia é recomendado para determinar as necessidades energéticas⁸. Em pacientes críticos com COVID-19, a BRASPEN sugere um aporte calórico mais baixo, entre 15 a 20 kcal/kg/dia, inicialmente, e com progressão para 25 kcal/kg/dia, após o quarto dia de internação⁹.

As equações mais utilizadas para estimar a TMB na prática clínica levam, frequentemente, a resultados que subestimam ou superestimam as necessidades energéticas, quando comparadas à CI, que é considerada o padrão para determinar o GER^{4,6,7,10}. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo comparar a concordância entre o gasto energético mensurado pela CI e o estimado pela fórmula de bolso sugerida pela BRASPEN⁹, em pacientes críticos com COVID-19.

MÉTODOS

Desenho do Estudo

O estudo foi observacional transversal retrospectivo e coletamos os dados através dos valores obtidos do Monitor GE Healthcare (GE®) da internação do paciente, prontuário eletrônico, e através do programa de sistema de base de dados clínicos e epidemiológicos. A primeira medida de CI foi realizada a partir do 3º dia em que o paciente se encontrava em ventilação mecânica invasiva (tubo oro ou nasotraqueal ou traqueostomia), conforme recomendado no protocolo institucional. O tempo máximo de seguimento foi de 30 dias.

Foram considerados todos os pacientes críticos com COVID-19 com resultado de CI, no período de abril a setembro de 2021.

Crítérios de Inclusão e Exclusão

Participaram da amostra todos os pacientes com mais de 18 anos, de ambos os gêneros, que se enquadraram nos critérios de indicação da CI (Quadro 1), conforme protocolo institucional.

Quadro 1 – Critérios de inclusão para realização da calorimetria indireta.

Crítérios de inclusão

- Pacientes em ventilação mecânica invasiva (VMI) sendo traqueostomia ou tubo oro ou nasotraqueal, por pelo menos 72h
- Permanência de, pelo menos, 3 dias sob VMI na UTI
- Alinhamento com equipe médica responsável pelo paciente
- Em unidade com monitor da marca GE Healthcare

Para os critérios de exclusão, foram considerados os parâmetros descritos pelo Quadro 2. Também foram excluídos do estudo os pacientes em cuidados paliativos, medidas de conforto e/ou com decisão de não ressuscitação e/ou intubação.

Quadro 2 – Critérios de exclusão para realização da calorimetria indireta.

Crítérios de exclusão

- Parâmetros respiratórios: $FiO_2 > 60\%$; PEEP > 10 cm de H_2O ; Pressão de pico > 30 cm H_2O ; Uso de Óxido Nítrico ou Heliox; ECMO (Oxigenação por membrana extracorpórea)
- Vazamento de ar considerável (circuito, cânula, drenos torácicos; pequenos vazamentos foram tolerados)
- Fístulas de vias aéreas de alto débito
- Retenção de CO_2 e/ou acidose respiratória
- Temperatura corpórea superior ou igual a $38^\circ C$
- Parâmetros neurológicos: sedação instável; agitação; dor mal controlada; delirium hiperativo; crises convulsivas ou movimentos involuntários
- Parâmetros renais: se em TSR (terapia de substituição renal) intermitente, preferir realizar após o término
- Parâmetros cardiovasculares: instabilidade hemodinâmica
- Parâmetros gerais, nos últimos 60 minutos: variações de pH ($> 0,1$); variações de temperatura corporal ($> 1^\circ C$); mudança da dose de medicamentos: drogas vasoativas, sedativos, analgésicos; procedimentos invasivos, mobilização, exercício físico

Variáveis de Estudo

Com relação às variáveis do estudo, foram analisados os seguintes critérios: gênero, idade, IMC/estado nutricional no momento da aferição da CI, peso aferido, escore da *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II* (APACHE II), escore da *Simplified Acute Physiology Score 3* (SAPS 3), tempo de ventilação mecânica invasiva no momento da aferição da CI (sendo traqueostomia ou tubo oro ou nasotraqueal), comorbidades prévias (diabetes mellitus, doença renal crônica, hepatopatia, doença cardiovascular, câncer, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia, doença pulmonar obstrutiva crônica), necessidade calórica por CI e necessidade calórica por fórmula preditiva.

Procedimentos de Pesquisa

Após obtenção da aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa, os pacientes sob terapia nutricional enteral e/ou parenteral em ventilação mecânica invasiva após o 3º dia da admissão na UTI foram monitorados. Em todos os pacientes, a triagem nutricional foi realizada através da ferramenta NRS 2002 (*Nutritional Risk Screening*)¹¹.

Após a triagem, em caso de risco nutricional, a avaliação do grau da desnutrição foi avaliada por meio da pontuação do GLIM (*Global Leadership Initiative on Malnutrition*), desenvolvida pela ASPEN, ESPEN, *Federación Latino-Americana de Terapia Nutricional, Nutrición Clínica y Metabolismo* (FELANPE) e a *Parenteral and Enteral Nutrition Society of Asia* (PENSA). A classificação do escore variou entre “não desnutrido”, “desnutrido moderado” e “desnutrido grave”¹².

Para o cálculo do IMC, foi utilizado o peso atual dividido pela altura elevada ao quadrado, em kg/m^2 , e o valor obtido refere-se ao estado nutricional apresentado pelo paciente. O estado nutricional foi classificado segundo os valores da Organização Mundial da Saúde (OMS)¹³ para adultos. Para indivíduos acima de 60 anos, o valor obtido do IMC levou em conta a classificação da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS)¹⁴. Em casos em que o paciente não foi pesado em ambiente hospitalar antes da realização da calorimetria, foi utilizado o último peso referido pelo paciente ou seu acompanhante como o peso atual exigido na fórmula preditiva.

Para os cálculos nutricionais, foram utilizadas as necessidades calóricas estimadas (kcal/kg/dia) com base nas diretrizes para a indicação e manejo da terapia nutricional em pacientes críticos adultos com COVID-19, propostas pela BRASPEN¹⁵. Do 1º ao 4º dia de UTI, utilizou-se 15 a 20 kcal/kg de peso atual, enquanto que, após 5º dia de UTI, utilizou-se 25 kcal/kg de peso atual. Em pacientes obesos, utilizamos 14 kcal/kg de peso atual/dia, em pacientes com IMC na faixa de 30 – 50 kg/m^2 , e 22-25 kcal/kg de peso ideal/dia, em pacientes com $IMC > 50 kg/m^2$ ¹⁵. Todos os dados estão disponíveis no sistema eletrônico do hospital, que inclui o prontuário do paciente e a base de dados clínicos e

epidemiológicos, além dos formulários físicos e eletrônicos de acompanhamento nutricional preenchidos pela equipe.

Para a coleta dos resultados da CI, utilizou-se prontuário eletrônico, onde foram registradas as aferições de CI, de acordo com as recomendações do protocolo institucional. Conforme protocolo institucional, o nutricionista clínico foi responsável por auxiliar na busca do paciente candidato à avaliação e em analisar e calcular as medidas obtidas, ajustando a terapia nutricional após o exame em conjunto com o médico.

A equipe de fisioterapia, juntamente com o médico, verificou a estabilidade clínica para instalação da CI, avaliou presença de vazamentos no sistema, instalou e desinstalou o módulo e o equipo do equipamento do paciente. Para a realização desses processos, os profissionais foram capacitados de suas funções. Houve, pelo menos, um enfermeiro durante o processo para infusão da dieta durante o exame, conforme orientação, e para evitar a mobilização do paciente no período exigido.

Os materiais necessários para o procedimento de CI foram: equipo/filtro HME, copo específico para o equipamento e módulo com três entradas de conexão. As conexões estavam seguras de tubos e componentes, sem vazamentos de ar. Após o exame, o equipo/filtro HME foi armazenado em saco plástico com identificação do paciente e data.

O ambiente foi mantido em temperatura ambiente de 20 a 25°C. O paciente não foi mobilizado durante o procedimento (1 a 2h) e, portanto, foi assegurado uma posição confortável.

Os dados foram tabulados na plataforma REDCAP® e no programa Microsoft Excel®.

Análise Estatística

Para a análise descritiva dos dados, foram utilizadas tabelas simples e cruzadas para as variáveis qualitativas ou categorizadas. As variáveis quantitativas foram representadas por medidas como média, mediana, moda e desvio padrão. Foi verificada a normalidade das variáveis quantitativas por testes como o de Kolmogorov-Smirnov ou Shapiro-Wilk.

Realizamos os cálculos de correlação de Pearson ou Spearman para verificar o grau de relacionamento entre CI e os calculados por fórmula preditiva (fórmula de bolso). Quando isso não era possível, foi definido um nível tolerável para o módulo da diferença entre a CI e a fórmula de bolso, tecnicamente ou por limites definidos por estatísticas como o terceiro quartil, percentil 80 ou 90. Os que estiveram dentro desse limite foram considerados aceitáveis e, caso contrário, inaceitáveis (acima do limite).

A técnica de análise de correspondência múltipla foi usada para buscar quais as variáveis que mais se aproximam dessa diferença e foram consideradas: peso aferido ou não aferido, semanas da doença, obesidade e o tipo de fórmula utilizada.

Posteriormente, técnicas bivariadas como o teste-t de Student (ou teste não paramétrico) e o teste qui-quadrado (ou teste exato de Fisher) foram utilizados para verificar a associação entre as variáveis e a aceitabilidade da estimativa, assim como modelagens multivariadas de regressão múltipla ou regressão logística, para obter uma melhor adequação da estimativa. O nível de significância considerado para as análises inferenciais foi de 5%.

Questões Éticas

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Instituição (CAAE 55811122.0.0000.5461), tendo a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), pois se trata de um projeto com desenho retrospectivo, envolvendo apenas o levantamento de dados de pacientes junto a prontuários médicos da instituição. Os pesquisadores envolvidos comprometeram-se em manter a confidencialidade dos dados.

Riscos

Oferece riscos mínimos, uma vez que foi utilizado somente dados de prontuário. Um possível risco seria a quebra de sigilo e confidencialidade em relação aos dados coletados, mas a equipe do projeto atuará garantindo a segurança e confidencialidade das informações.

Benefícios

Com este trabalho, visamos ampliar conhecimento sobre a comparação da estimativa de gasto energético mensurados por CI e por fórmulas preditivas em pacientes críticos com COVID-19.

RESULTADOS

Participaram do presente estudo 25 pacientes, sendo a maioria 80% (n=20) do gênero masculino, 56% (n=14) eram idosos e 56% (n=14) eram obesos. A CI foi realizada na primeira semana de doença crítica em 64% (n=16) dos pacientes, 20% (n=5), na segunda semana, 12% (n=3), na terceira semana e apenas 4% (n=1), na quarta semana.

Na Tabela 1, são apresentados dados sobre o perfil dos pacientes do estudo no que se refere à gravidade.

Tabela 1 – Perfil clínico dos pacientes.

Variáveis	Moda
APACHE II	14
SAPS 3	56
Dia da doença crítica	5

APACHE II: *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*; SAPS 3: *Simplified Acute Physiology Score*.

A Tabela 2 demonstra as comorbidades identificadas nos pacientes do estudo.

Tabela 2 – Comorbidades dos pacientes.

Doença	n	%
HAS	14	56
DM	7	28
DLP	6	24
DCV	4	16
DRC	3	12
Câncer	3	12
DPOC	2	8
Hepatopatia	1	4

HAS: Hipertensão arterial sistêmica; DM: diabetes mellitus; DLP: dislipidemia; DCV: doença cardiovascular; DRC: doença renal crônica; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica.

Em relação ao peso, 56% (n=14) dos pacientes tiveram aferição de peso na internação, enquanto 44% (n=11) deles tinham apenas o peso referido. Dos pacientes avaliados, em 64% (n=16), a CI forneceu uma estimativa calórica maior do que a encontrada na fórmula preditiva, sendo a variação máxima de 1514 kcal, encontrada em paciente do sexo masculino, idoso, obeso e com presença de comorbidades. Em relação à equação preditiva, a variação máxima foi de 587,5 kcal a menos quando comparada à CI, verificando uma propensão a subestimar as reais necessidades energéticas. Não houve correlação entre as variáveis da estimativa de necessidade calórica a partir da CI e fórmula preditiva, independentemente da idade (p idosos=0,316; p adultos=0,253), gênero (p feminino=0,486; p masculino=0,407) ou presença de obesidade (p obeso=0,714; p não-obeso=0,357).

DISCUSSÃO

Estudos preliminares têm demonstrado que o gasto energético dos pacientes graves com COVID-19 internados na UTI varia muito ao longo da internação. Os valores obtidos por CI são muito díspares quando comparados aos obtidos através de fórmulas preditivas, sejam elas quais forem¹⁶. Em nosso estudo, pudemos verificar que houve essa diferença em relação à necessidade subestimada do cálculo da fórmula de bolso, quando comparada ao cálculo obtido através da CI. Isso vai ao encontro de outro estudo com pacientes críticos com COVID-19, onde foi identificado que a estimativa de gasto energético foi significativamente maior pela CI, quando comparada à outra equação preditiva validada para pacientes em ventilação mecânica¹⁷.

Um estudo comparou o GER derivado da CI com o estimado pelas fórmulas da literatura, em 395 pacientes hospitalizados, os quais 141 (36%) estavam sob ventilação mecânica na UTI. Neste estudo, foi constatado que nenhuma

fórmula utilizada previu o GER com precisão na maioria da amostra, confirmando que a CI se refere ao padrão ouro para avaliação do GER em pacientes hospitalizados¹⁰. Isso corrobora com o que foi encontrado em nosso estudo, pois não houve correlação entre as variáveis da estimativa de necessidade calórica a partir da CI e fórmula preditiva.

A resposta metabólica à doença crítica é caracterizada por uma fase aguda inicial, seguida por uma fase aguda tardia. A primeira fase (ebb) dura cerca de 24-48h, e é caracterizada como um estado relativamente hipometabólico, com diminuição do VO₂ e do débito cardíaco. Em seguida, tem-se a fase tardia da fase aguda (flow), que pode durar até 7 dias, e é caracterizada por um estado hipermetabólico, com aumento do VO₂ e do débito cardíaco¹⁷. Porém, a transição das fases da doença crítica e seus intervalos de tempo pré-definidos sugeridos em literatura não parecem ser aplicáveis em pacientes com COVID-19¹⁸. No nosso estudo, a CI foi realizada em sua maioria entre o 4º e 7º dia de doença crítica, ou seja, na fase flow, que pode ser prolongada com hipermetabolismo progressivo no COVID-19 grave. Considerando este perfil de paciente, que parece apresentar um estado catabólico maior, o gasto energético pode ser subestimado por equações preditivas, sendo fundamental a aferição recorrente da CI.

A aferição do peso do paciente internado foi uma variável analisada em nosso estudo, pois as fórmulas preditivas, conhecidas como “fórmulas de bolso” (kcal/kg peso/dia), requerem o peso saudável do paciente. Essa informação é, muitas vezes, difícil de ser obtida, em função da variabilidade do parâmetro durante a internação. Isso é especialmente comum em situações clínicas críticas, como também foi observado no nosso público estudado, onde 11 pacientes não tiveram seu peso aferido no hospital. Além disso, o peso pode ser afetado devido à administração ou perda de fluidos, ausência de equipamentos de aferição, estado catabólico da doença ou outros fatores associados à terapia no doente crítico³.

Em relação aos benefícios dessa estimativa de necessidade calórica a partir da CI, uma revisão sistemática de meta-análise, de oito estudos randomizados controlados, com 911 pacientes, observou que a oferta de energia obtida através da CI reduziu significativamente a mortalidade a curto prazo em adultos criticamente doentes em comparação com equações preditivas. A CI permitiu uma ingestão média de energia e proteína por dia e porcentagem de energia fornecida maior em relação ao GER medido. Porém, o uso de fornecimento de energia guiado por CI não prolongou a duração da VM, o tempo de permanência na UTI ou no hospital, e aumentou os eventos adversos e a mortalidade a longo prazo¹⁹.

A maioria da nossa amostra era composta por pacientes obesos e é sabido que para pacientes com obesidade, especificamente, é difícil comparar os resultados de CI, uma vez que alguns trabalhos utilizam o peso ajustado versus peso corporal real para realizar os cálculos^{20,21}. Niederer et al.²⁰ observaram, em 38 indivíduos, que o GER medido foi significativamente maior em pacientes não obesos do que em

pacientes com obesidade, durante a 1ª semana. Porém, em 3 semanas pós-intubação, os pacientes obesos tiveram o pico deste hipermetabolismo, persistindo por até 7 semanas na UTI.

Nosso estudo identificou variações significativas quando comparada a estimativa calórica aferida por CI e por equação preditiva. Observa-se que, em condições em que as equações baseadas no peso não são precisas (como anasarca, amputação, obesidade grave, ou quando o estado clínico está notavelmente alterado, como nos pacientes com COVID-19), o uso da CI pode ser benéfico para ajustar a oferta calórica às reais necessidades do paciente ao longo da internação²². Portanto, pode-se afirmar que as necessidades calóricas de pacientes críticos exigem constantes reavaliações, e as equações preditivas apresentam baixo desempenho quando comparadas ao GER nos pacientes na UTI, sendo sugerida a utilização regular da CI para um retrato mais realista das metas energéticas para a terapia nutricional²³.

CONCLUSÃO

Este estudo permite a ampliação do conhecimento sobre a comparação da estimativa de gasto energético mensurados por CI e por fórmulas preditivas em pacientes críticos com COVID-19, uma vez que a literatura é escassa nessa população.

Sugere-se que as equações preditivas podem subestimar o gasto calórico dos pacientes alvo deste estudo, tendo como agravante o hipermetabolismo progressivo da COVID-19. Por isso, há grande importância na utilização de um método padrão para a estimativa energética do paciente e sua aferição recorrente.

REFERÊNCIAS

- Sanches ACS, Góes CR, Bufarah MNB, Balbi AL, Ponce D. Resting energy expenditure in critically ill patients: evaluation methods and clinical applications. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2016;62(7):672-9.
- Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guidelines on nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*, 2019; 38: 48-79.
- Moonen HPFX, Beckers KJH, Zanten ARH. Energy expenditure and indirect calorimetry in critical illness and convalescence: current evidence and practical considerations. *J Intensive Care*. 2021;9(8):1-13.
- Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract*. 2007;22(4):377-88.
- Fraipont V, Preiser JC. Energy estimation and measurement in critically ill patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2013;37(6):705-13.
- Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and aminoacids. Washington: National Academy Press; 2005.
- Avesani CM, Santos NSJ, Cuppari L. Necessidades e recomendações de energia. In: Cuppari L, ed. *Nutrição clínica no adulto*. Barueri: Manole; 2019.
- McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40(2):159-211.
- Campos LF, Barreto PA, Ceniccola GD, Gonçalves RC, Matos LBN, Zambelli CMSF, et al. Parecer BRASPEN/AMIB para o enfrentamento do COVID-19 em pacientes hospitalizados. *BRASPEN J*. 2020;35(1):3-5.
- Boullata J, Williams J, Cotterell F, Hudson L, Compber C. Accurate determination of energy needs in hospitalized patients. *J Am Diet Assoc*. 2007;107(3):393-401.
- Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z, Ad Hoc ESPEN Working Group. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clinical Nutr*. 2003;22(3):321-36.
- Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, Gonzalez MC, Fukushima R, Higashiguchi T, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - a consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr*. 2019;38(1):1-9.
- World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization; 1998.
- Organización Panamericana de la Salud (OPAS). Encuesta multicéntrica salud bienestar y envejecimiento (SABE) em América Latina: informe preliminar [Internet]. In: XXXVI Reunión del Comité Asesor de Investigaciones em Salud; 9-11 jun 2001. Kingston: Organización Panamericana de la Salud; 2002 [acesso em 04 abr 2021]. Disponível em: <http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/paho-salud-01.pdf>.
- Campos LF, Barreto PA, Ceniccola GD, Gonçalves RC, Matos LBN, Zambelli CMSF, et al. Revisão do parecer BRASPEN de terapia nutricional em pacientes hospitalizados com COVID-19. *BRASPEN J*. 2021;36(1):122-6.
- Whittle J, Molinger J, MacLeod D, Haines K, Wischmeyer PE. Persistent hypermetabolism and longitudinal energy expenditure in critically ill patients with COVID-19. *Crit Care*. 2020;24(1):581.
- Burslem R, Gottesman K, Newkirk M, Ziegler J. Energy requirements for critically ill patients with COVID-19. *Nutr Clin Pract*. 2022;37(3):594-604.
- Renesse J, Bonin S, Held HC, Schneider R, Seifert AM, Seifert L, et al. Energy requirements of long-term ventilated COVID-19 patients with resolved SARS-CoV-2 infection. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;44:211-7.
- Duan JY, Zheng WH, Zhou H, Xu Y, Huang HB. Energy delivery guided by indirect calorimetry in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2021;25(8):1-10.
- Niederer LE, Miller H, Haines KL, Molinger J, Whittle J, MacLeod DB, et al. Prolonged progressive hypermetabolism during COVID-19 hospitalization undetected by common predictive energy equations. *Clin Nutr*. 2021;45:341-50.
- Karayiannis D, Maragkouti A, Mikropoulos T, Sarri A, Kanavou A, Katsagoni C, et al. Neuromuscular blockade administration is associated with altered energy expenditure in critically ill intubated patients with COVID-19. *Clin Nutr*. 2022;41(12):3022-5.
- McClave SA, Omer E. Point-counterpoint: indirect calorimetry is not necessary for optimal nutrition therapy in critical illness. *Nutr Clin Pract*. 2021;36(2):268-74.
- 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*. 2019;38(3):1206-10.

Local de realização do estudo: Hospital Sírio-Libanês, São Paulo, SP, Brasil.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver.