

Nuno André de Almeida Costa<sup>1</sup>, Aníbal Defensor Marinho<sup>2</sup>, Luciana Ribeiro Cançado<sup>3</sup>

## Necessidades nutricionais do doente crítico

### *Nutritional requirements of the critically ill patient*

1. Mestrado Integrado em Medicina, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto - UP - Porto, Portugal.  
2. Unidade de Cuidados Intensivos 1, Centro Hospitalar do Porto - CHP - Porto, Portugal.  
3. Curso de Pósgraduação em Nutrição Clínica, Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto - UP - Porto, Portugal.

#### RESUMO

**Objetivo:** As unidades de terapia intensiva recorrem às equações preditivas, para determinar o gasto energético, ou às recomendações estabelecidas por sociedades internacionais, devido à inacessibilidade da calorimetria indireta. O objetivo deste trabalho foi comparar o gasto energético de pacientes críticos, por calorimetria indireta, aos calculados por meio da equação de Harris-Benedict.

**Métodos:** Estudo retrospectivo observacional realizado no Serviço de Cuidados Intensivos 1 do Centro Hospitalar do Porto. Foram avaliadas as necessidades energéticas, desde janeiro de 2003 até abril de 2012, dos pacientes críticos internados em que foi realizada calorimetria indireta. Procedeu-se ao cálculo da precisão (intervalo de  $\pm 10\%$  entre os valores medidos e estimados), da diferença média e dos limites de concordância da equação estudada.

**Resultados:** Foram avaliados 85 pacientes, em que se efetuaram 288 me-

dições por calorimetria indireta. Valores obtidos para necessidades energéticas em diferentes métodos: calorimetria indireta  $1.753,98 \pm 391,13$  kcal ao dia ( $24,48 \pm 5,95$  kcal/kg ao dia), equação de Harris-Benedict  $1.504,11 \pm 266,99$  kcal ao dia ( $20,72 \pm 2,43$  kcal/kg ao dia). A precisão da equação foi de  $31,76\%$ , a diferença média de  $-259,86$  kcal ao dia, com limites de concordância entre  $-858,84$  a  $339,12$  kcal ao dia. O gênero ( $p=0,023$ ), a temperatura ( $p=0,009$ ) e o índice de massa corporal ( $p<0,001$ ) revelaram-se fatores com impacto significativo no gasto energético.

**Conclusão:** A equação de Harris-Benedict não é precisa na determinação do gasto energético, subestimando-o e apresentando diferenças significativas para prever, a nível individual, o gasto energético real.

**Descritores:** Calorimetria indireta; Dietoterapia; Terapia nutricional; Metabolismo energético; Respiração artificial; Unidades de terapia intensiva

Estudo realizado no Serviço de Cuidados Intensivos Polivalente I, Centro Hospitalar do Porto - Porto, Portugal.

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 8 de Junho de 2012  
Aceito em 30 de Agosto de 2012

#### Autor correspondente:

Nuno André de Almeida Costa  
Rua Loteamento do Castanhal, 341 - Brufe  
CEP: 4760-830 - Vila Nova de Famalicão - Portugal  
E-mail: nunoad@hotmial.com

#### INTRODUÇÃO

O paciente crítico constitui uma amostra não homogênea de indivíduos que, em razão de diferentes agressões agudas, necessitam de cuidados complexos e de monitorização constante, o que requer, habitualmente, a internação numa unidade de terapia intensiva (UTI).<sup>(1)</sup>

O estado nutricional dos pacientes hospitalizados tem um impacto significativo em sua evolução clínica.<sup>(2)</sup> Segundo Logan e Hildebrandt,<sup>(3)</sup> a desnutrição calórico-proteica é um problema prevalente, afetando entre 30 a 60% dos pacientes hospitalizados. Muitos deles perdem peso durante a internação, tendo tal fenômeno origem multifatorial (gravidade da doença, ausência de um suporte nutricional (SN) adequado, entre outros).<sup>(4)</sup>

Esse problema é ainda mais proeminente em pacientes críticos, uma vez que apresentam um estado de hipermetabolismo e hipermetabolismo,<sup>(5,6)</sup> em um contexto clínico (presença de instabilidade hemodinâmica e ausência, por vezes, de uma via entérica disponível) que, eventualmente, impossibilita o aporte nutricional precoce. Acresce, ainda, à problemática o fato de que o gasto energético (GE) é condicionado por alguns procedimentos clínicos e farmacológicos, promovendo redução da resposta metabólica.<sup>(7)</sup>

Frente a esse cenário, que se associa facilmente à desnutrição, são recomendadas a estimativa do GE, da maneira mais precisa possível, e a instituição precoce de nutrientes. As diretrizes das diferentes sociedades de nutrição enteral e parenteral recomendam o SN em todos os pacientes críticos para os quais não se tenha perspectiva de uma dieta oral completa nos 3 primeiros dias após a admissão numa UTI. Esse SN deve ser iniciado, idealmente, nas primeiras 24 a 48 horas após a internação.<sup>(8)</sup>

Por essa razão, a determinação precisa do GE desses pacientes é obrigatória, assegurando-se, assim, suas necessidades energéticas e evitando-se as múltiplas consequências deletérias associadas à hiper ou hipoalimentação.<sup>(9-14)</sup>

Foram descritos muitos métodos de avaliação do GE no paciente crítico, todos eles com limitações. A calorimetria indireta (CI) é um método não invasivo, que determina as necessidades energéticas e a taxa de utilização dos substratos a partir do volume de oxigênio consumido ( $VO_2$ ) e da produção do dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), obtidos por análise do ar inspirado e expirado pelos pulmões.<sup>(15)</sup> Atualmente, é considerado o método padrão-ouro para a determinação do GE total,<sup>(16)</sup> embora possua limitações técnicas bem conhecidas, como a exigência de pessoal treinado com disponibilidade, a necessidade de fração de oxigênio inspirado menor do que 0,6 e o custo elevado do equipamento.<sup>(15)</sup>

Existem outros métodos de mais fácil aplicabilidade, que têm sido usados com maior frequência para otimizar o aporte nutricional, dentre os quais se destacam as recomendações clínicas da *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition* (ASPEN) e da *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (ESPEN)<sup>(8)</sup> e o uso de equações para estimar o GE. Existem mais de 200 equações preditivas do GE documentadas,<sup>(17)</sup> mas a mais estudada e usada na prática clínica<sup>(18)</sup> é a equação de Harris-Benedict (HB).<sup>(19)</sup> Esses métodos preditivos são, contudo, muitas vezes considerados imprecisos,<sup>(6,20-22)</sup> e, assim, nenhum método adquiriu ainda aceitação universal.

O objetivo primário deste trabalho consistiu em avaliar o GE dos pacientes críticos, medido por CI, e com-

pará-lo ao calculado pela fórmula preditiva de HB e às recomendações de aporte nutricional da ESPEN. Procurou-se, igualmente, identificar parâmetros que poderiam influenciar o consumo energético.

## MÉTODOS

### Desenho do estudo

Estudo retrospectivo observacional analítico, realizado no Serviço de Cuidados Intensivos do Centro Hospitalar do Porto (CHP). Foram incluídos todos os pacientes críticos, no período de janeiro de 2003 até abril de 2012, com internação mínima de 3 dias, sujeitos à CI e cujos dados antropométricos foram registrados.

Foram considerados critérios de exclusão a inexistência de dados que permitissem recorrer à equação de HB para estimar o GE (peso, altura e idade) e indivíduos com menos de 18 anos de idade, bem como foram rejeitadas as medições de CI cujas determinações de quociente respiratório (QR) fossem  $<0,6$  ou  $>1,25$  ou a fração de oxigênio inspirado  $>0,6$ , por indicarem marcos de baixa qualidade da medição.<sup>(23)</sup> Nenhum diagnóstico de admissão foi excluído.

Foi obtida aprovação pelo Comitê de Ética para a Saúde do CHP sem necessidade de termo de consentimento. Foram registradas informações demográficas, tipo de admissão (patologia neurocirúrgica, médica, transplantação, cirúrgica urgente e cirúrgica programada), índice de gravidade *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA) e valores de albumina, pré-albumina sérica, proteína C-reativa (PCR), contagem total de leucócitos (CTL) e valores de ureia e creatinina urinária de 24 horas.

O peso e altura foram obtidos na admissão, por inquérito ao paciente ou familiar mais próximo (peso pré-internação) ou por registo médico recente em cuidados de saúde primários. O índice de massa corporal (IMC) foi agrupado em cinco classes, tendo por base a classificação da Organização Mundial da Saúde (OMS):<sup>(24)</sup>  $<18,5$  (desnutrição), 18,5 a 24,99 (eutrofia), 25 a 29,99 (sobrepeso), 30 a 34,99 (obesidade grau I) e  $\geq 35$  (obesidade graus II e III). Em razão do fato do IMC não refletir sozinho o diagnóstico nutricional em pacientes críticos, as definições da OMS foram adaptadas para:  $<18,5$  (baixo peso), 18,5 a 24,99 (normoponderal), 25 a 29,99 (excesso de peso), 30 a 34,99 (obesidade grau I) e  $\geq 35$  (obesidade graus II e III).

A medição do GE real dos doentes foi efetuada por CI respiratória. Todas as medições foram realizadas por um único responsável na instituição com domínio da técnica, limitando-se, assim, à introdução de erros

operador-dependente. Foram coletados dados de todas as medições efetuadas a partir do 2º dia de internação, respeitando os critérios de inclusão no estudo.

Todos os pacientes foram avaliados durante ventilação mecânica, de forma contínua, com duração mínima de 25 minutos, em posição supina no leito, com movimentação mínima dos pacientes e num ambiente termoneutro. Foi realizada apenas uma medição por dia, não sendo estabelecido um período específico para esse efeito.

Em cada medição por CI, foram coletados valores de QR,  $VO_2$  e de  $VCO_2$ , administração de catecolaminas, temperatura do paciente e presença ou não de sedação. O aparelho utilizado para realização da CI foi o monitor metabólico Deltatract™ II (Datex-Ohmeda, Finlândia), que foi calibrado (gás e pressão) antes de cada medição, conforme as recomendações do fabricante.<sup>(25)</sup> O GE é apresentado em kcal por dia e em kcal/kg por dia. Após estabelecimento de SN, as medições foram realizadas com manutenção de nutrição contínua.

Para cada paciente, foram ainda registrados valores de albumina, leucócitos, PCR e escore SOFA no dia da primeira medição da CI, e valores de pré-albumina e de ureia e creatinina de 24 horas nos dias subsequentes mais próximos ao da primeira medição.

Foi calculado o GE basal (kcal por dia) por meio da equação preditiva de HB - gênero masculino:  $66,47 + (13,75 \times \text{peso}) + (5,003 \times \text{altura}) - (6,775 \times \text{idade})$ ; gênero feminino:  $655,09 + (9,563 \times \text{peso}) + (1,85 \times \text{altura}) - (4,676 \times \text{idade})$ . Onde peso é expresso em quilogramas, altura em centímetros e idade em anos. Não foram aplicados fatores de estresse/atividade à equação, por se considerar que tais fatores introduzem um caráter empírico nas estimativas.

### Análise estatística

Para análise e tratamento dos dados estatísticos, foi usado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 17, e, em todos os testes, foi considerado um nível de significância estatística de  $p < 0,05$ . Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão (DP).

Utilizou-se a média das leituras da CI por doente para a comparação estatística com a equação de HB. Foi calculado o quociente de correlação de Pearson para avaliar a relação entre o GE obtido pela equação de HB e o medido por CI. A correlação mede a força e direção da relação e o valor ( $r$ ) varia entre 0 (sem correlação) e 1 (correlação perfeita).<sup>(26)</sup> O método de Bland & Altman

permite descrever a concordância entre duas aferições quantitativas que medem a mesma característica, na mesma escala,<sup>(27)</sup> e foi usado para avaliar a concordância dos valores obtidos pelos dois métodos. Não existe um valor de prova para descrever a concordância; esta passa pelo conceito de que a diferença das duas medições emparelhadas é analisada em relação à média das duas medições, sendo recomendado que 95% dos dados devam estar incluídos em  $\pm 1,96$  DP da média da diferença<sup>(26)</sup> e que o viés seja próximo do 0.

Foi calculado o grau de precisão da equação de HB, traduzido pela percentagem de dados compreendidos em  $\pm 10\%$  dos obtidos pela CI. Quando os valores das estimativas se encontravam fora desse intervalo, estas foram entendidas como imprecisas;<sup>(6)</sup> valores fornecidos pela equação de HB  $< 90\%$ , em relação aos medidos pela CI, foram classificados como hipoalimentação e os  $> 110\%$ , hiperalimentação.

Foi igualmente calculada a diferença média do GE obtido pela equação de HB e pela CI para todas as medições e agrupada por IMC. Os resultados foram expressos em kcal por dia e em intervalos de confiança (IC) de 95% para a média da diferença. A equação de HB é considerada coincidente com a CI se o IC incluir o valor 0.

Avaliou-se a associação entre o GE real por quilograma de peso e os seguintes parâmetros: gênero, idade, sedação, administração de amins, temperatura, tipo de admissão e escore SOFA.

A comparação entre as variáveis contínuas foi realizada utilizando-se modelos de regressão. A comparação entre variáveis contínuas e categóricas, dicotômicas e policotômicas, foi realizada pelo recurso aos testes estatísticos de *t* de *student* e análise de variância (ANOVA), respectivamente.

## RESULTADOS

Do total de 136 pacientes submetidos à CI, 85 cumpriram os requisitos de inclusão. A amostra foi constituída por 71,76% ( $n=61$ ) indivíduos do gênero masculino, com média de idade de  $60,08 \pm 17,05$  anos, IMC médio de  $25,84 \pm 5,13$  e taxa de mortalidade de 23,8%. Motivos de admissão: neurocirúrgico 50,6%, clínica médica 16,5%, transplantes 7,1%, cirúrgico urgente 15,3% e cirúrgico programado 10,6%. O tempo de internação médio foi de  $13,42 \pm 13,86$  dias, com o valor mínimo de 3 dias e máximo de 76 dias.

O QR obtido em cada medição de CI foi, em média, de  $0,77 \pm 0,16$ . A amostra foi constituída por 30,4% dos pacientes em terapia com catecolaminas, 65,9% em se-

dação e 34,8% com temperatura  $\geq 38^{\circ}\text{C}$ . Relativamente a dados bioquímicos, destacam-se os seguintes valores médios: PCR  $112,60 \pm 106,82$  mg/L, SOFA  $5,46 \pm 3,02$ , pré-albumina  $141,83 \pm 72,05$  mg/L, ureia de 24 horas  $25,53 \pm 14,19$  g ao dia e creatinina de 24 horas de  $1.139,08 \pm 536,99$  mg ao dia.

Os pacientes estudados apresentaram IMC médio de  $25,84 \pm 5,13$ , assim distribuídos: 5,9% (n=5) tinham IMC  $< 18,5$  (baixo peso), 38,8% (n=33) com IMC entre 18,5 e 24,99 (normoponderal), 36,5% (n=31) com IMC entre 25 e 29,99 (excesso de peso), 15,3% (n=13) com IMC entre 30 e 34,99 (obesidade grau I) e 3,5% (n=3) com IMC  $\geq 35$  (obesidade grau II e III).

Foram efetuadas 288 medições de CI, em média  $3,38 \pm 2,18$  medições por doente, com duração média de  $12,12 \pm 9,43$  horas, obtendo-se um valor médio do GE de  $1.753,98 \pm 391,13$  kcal ao dia.

O GE médio obtido pela equação de HB foi de  $1.504,11 \pm 266,99$  kcal ao dia. Em termos de Kcal diárias por quilograma de peso a CI mediu uma média de  $24,48 \pm 5,95$  e a HB estimou  $20,72 \pm 2,43$  contrapondo-se às 25 kcal diárias recomendadas pela ESPEN (2009).<sup>(8)</sup> Dessa forma, a equação de HB indicou, em média, um GE correspondente a 85,75% do medido pela CI. Apenas em 31,8% (n=58) dos pacientes, a equação de HB previu uma administração energética adequada. Em 60% dos doentes (n=27), haveria hipoalimentação (valor previsto  $< 90\%$  do medido) e em 8,24% (n=7) hiperalimentação (valor  $> 110\%$ ).

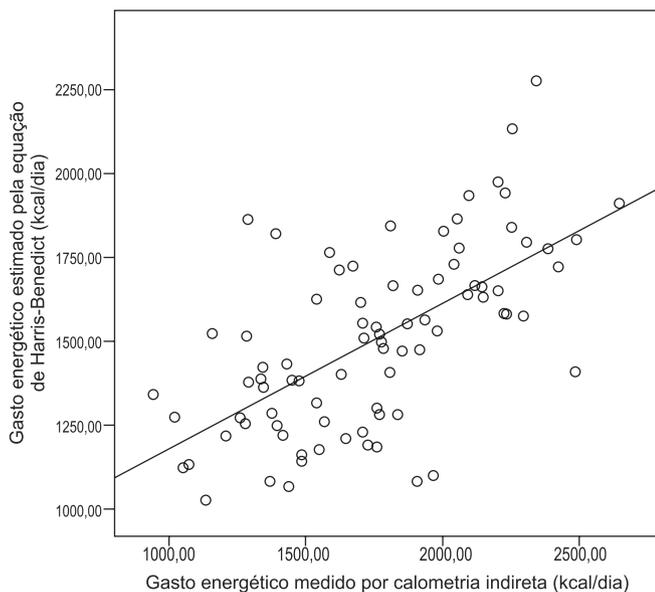
O quociente de correlação de Pearson revelou cor-

relação significativa ( $p < 0,001$ ; n=85), mas moderada<sup>(26)</sup> ( $r = 0,627$ ) entre o GE obtido por meio da fórmula de HB e o medido por CI (Figura 1).

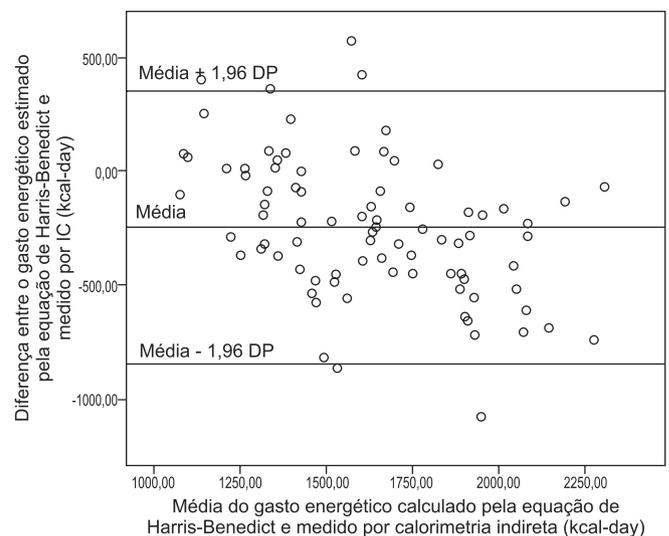
A figura 2 mostra a representação do método de Bland-Altman. Constata-se que 6/85 (7,06%) dos pontos estão para além de  $\pm 1,96$  DP. A diferença média dos dois métodos foi de  $-259,86 \pm 305,60$  kcal ao dia e os limites de concordância variaram entre  $-858,84$  (média  $-1,96$  DP) e  $339,12$  (média  $+ 1,96$  DP).

A equação de HB apresentou-se não coincidente com a CI quando considerada a totalidade das medições (intervalo de confiança de 95% de  $-315,78$  a  $-183,95$ ), estando coincidente apenas nos pacientes com obesidade graus II e III (Tabela 1). HB subestimou o GE real para a generalidade das medições e para todas as classes de IMC, sendo a diferença média maior para os indivíduos normoponderais ( $-356,08$  kcal ao dia) e a menor para os indivíduos com obesidade grau II e III ( $-78,03$  kcal ao dia). A precisão da equação mostrou-se reduzida nos pacientes com baixo peso (20%) e aumentada nos obesos de graus II e III (66,67%). O fator de correção médio da equação de HB à CI foi de 1,17 (valor que, em média, teria de multiplicar um dado obtido pela equação para prever o que seria obtido pela CI).

Relações estatísticas entre diferentes variáveis e o GE foram buscadas. Verificou-se que o GE é significativamente maior no gênero masculino ( $p = 0,023$ ) com valores médios de  $24,66 \pm 6,38$  kcal/kg ao dia *versus*  $21,17 \pm 6,01$  kcal/kg ao dia no gênero feminino. Os indivíduos com temperatura  $\geq 38^{\circ}\text{C}$  apresentam GE ( $26,29 \pm 7,23$  kcal/kg ao dia) signi-



**Figura 1** - Correlação de Pearson para o gasto energético medido por calorimetria indireta e estimado pela equação de Harris-Benedict.



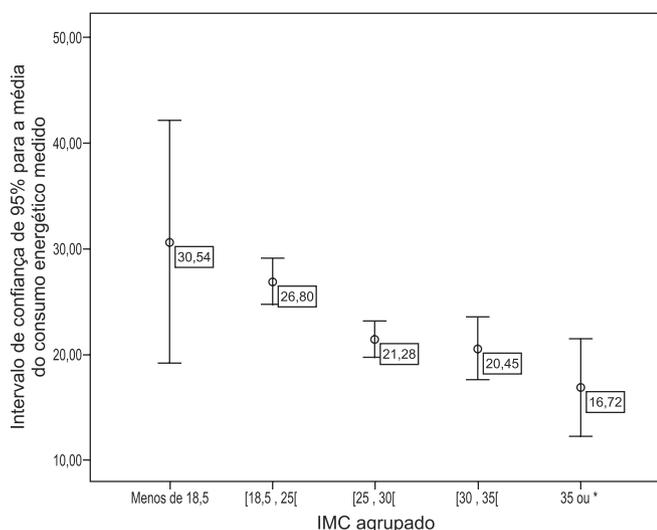
**Figura 2** - Representação gráfica do método de Bland-Altman referente à comparação do gasto energético estimado pela equação de Harris-Benedict e medido por calorimetria indireta. DP - desvio padrão.

**Tabela 1** - Comparação entre a equação de Harris-Benedict e a calorimetria indireta para a totalidade das medições e estratificado por índice de massa corporal

	Precisão* (%)	Fator de correção**	Limites de concordância (Kcal/dia)	Diferença entre os valores obtidos pela equação de HB e CI	
				Média (kcal/dia)	IC 95%
Total de medições	31,76	1,17	-858,84 a 339,12	-259,86	-315,78 a -183,95
Baixo peso	20,00	1,27	-621,43 a -46,79	-334,11	-516,13 a -152,09
Normoponderal	30,30	1,25	-915,86 a 203,70	-356,08	-457,35 a -254,81
Excesso de peso	32,26	1,10	-781,93 a 467,07	-157,43	-274,30 a -40,56
Obesidade grau I	30,77	1,12	-842,93 a 427,15	-207,89	-403,69 a -12,11
Obesidade grau II e III	66,67	1,04	-416,35 a 260,29	-78,03	-506,83 a 350,76***

HB - equação de Harris-Benedict; CI - calorimetria indireta; IC95% - intervalo de confiança de 95%. \* Percentagem de casos em que o valor estimado pela equação de Harris-Benedict se encontra no intervalo  $\pm 10\%$  do valor medido pela CI; \*\* fator que deveria ser multiplicado pelo gasto energético basal, pela equação de Harris-Benedict, para se obter o gasto energético total, medido pela calorimetria indireta (considerando apenas o índice de massa corporal); \*\*\* engloba o valor 0.

ficativamente superior ( $p=0,009$ ) comparativamente com os de temperatura inferior ( $23,68 \pm 6,69$  kcal/kg ao dia). Verificou-se uma diminuição (ANOVA,  $p<0,001$ ) das necessidades energéticas nas classes de maior IMC, variando o GE real entre  $30,54 \pm 9,31$  kcal/kg ao dia nos indivíduos com  $IMC < 18,5$  e  $16,72 \pm 1,86$  kcal/kg ao dia nos indivíduos com  $IMC \geq 35$  (Figura 3). Não houve diferenças do GE médio com a administração de amins ( $p=0,167$ ) e sedação ( $p=0,328$ ), nem relativamente ao índice de gravidade SOFA ( $p=0,778$ ). Relativamente à idade dos indivíduos, verificou-



**Figura 3** - Gráfico de erro representando os intervalos de confiança de 95% do valor médio do gasto energético, por quilograma de peso, medido por calorimetria indireta para cada uma das classes de índice de massa corporal estabelecidas. IMC - índice de massa corporal.

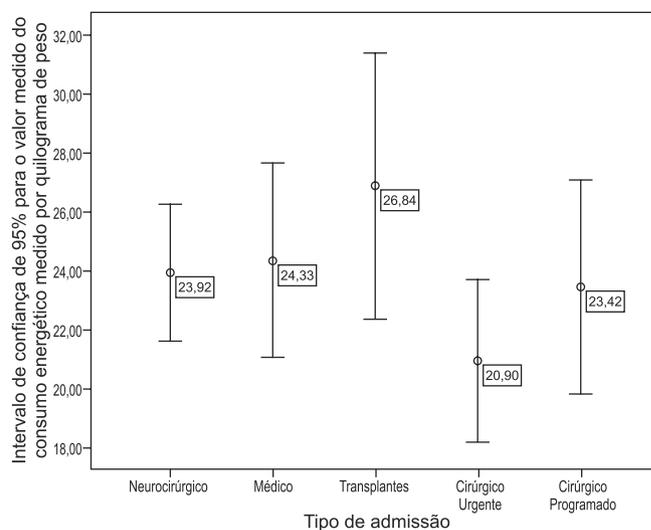
**Tabela 2** - Tipo de admissão por classe de índice de massa corporal agrupado

IMC	Tipo de admissão				
	Neurocirúrgico (%)	Clínica médica (%)	Transplantes (%)	Cirúrgico urgente (%)	Cirúrgico programado (%)
Baixo peso	60	20	0	20	0
Normoponderal	51,5	9,1	18,2	12,1	9,1
Excesso de peso	45,2	16,1	0	22,6	16,1
Obesidade grau I	53,8	30,8	0	7,7	7,7
Obesidade grau II e III	66,7	33,3	0	0	0

IMC - índice de massa corporal.

se que, à medida que esta aumenta, o GE diminui (regressão linear,  $p<0,001$ ,  $r=0,371$ ).

Apesar da inexistência de diferenças médias significativas ( $p=0,402$ ) do GE real entre os diferentes tipos de admissão, verificou-se que o valor mais elevado corresponde aos pacientes transplantados, com GE médio de  $26,84 \pm 4,30$  kcal/kg ao dia e o mais reduzido aos pacientes submetidos a cirurgias urgentes com  $20,90 \pm 4,57$  kcal/kg ao dia (Figura 4). O cruzamento do tipo de admissão com o IMC é apresentado na tabela 2.



**Figura 4** - Intervalos de confiança de 95% para o valor médio do gasto energético, medido por quilograma de peso, para os diferentes tipos de admissão.

## DISCUSSÃO

A equação de HB revelou-se imprecisa (31,76% de precisão), enviesada e com limites de concordância distantes, desde -858,84 a 339,12 kcal ao dia. Segundo Frankenfield et al.,<sup>(28)</sup> valores de precisão <50% não parecem adequados do ponto de vista clínico. Dessa forma, a utilidade, a nível prático da equação de HB, apresenta-se limitada. Nossos resultados apontam para 68,24% de aporte nutricional estimado desadequado, o que vai ao encontro da literatura. Kross et al.,<sup>(20)</sup> em 927 pacientes críticos, constataram 68,7% de imprecisão (nutrição desadequada) da equação de HB. Pirat et al.,<sup>(6)</sup> em 34 pacientes críticos com neoplasias, relataram 58% de nutrição desadequada (29% de hipoalimentação e hiperalimentação respectivamente). Boullata et al.,<sup>(22)</sup> em 395 pacientes, concluíram 57% de predições ineficazes.

Neste estudo, verificou-se uma correlação significativa de apenas 62,7% entre o GE obtido por meio da equação de HB (1.504,11 kcal ao dia) e da CI (1.753,98 kcal ao dia;  $p < 0,001$ ), sendo essa equação indutora de hipoalimentação (a equação previu, em média, apenas 85,75% do aporte nutricional necessário). Os dois métodos tiveram diferença média de -259,86 kcal ao dia, o que corresponde a um valor concordante e relativamente mais preciso que o atribuído por vários estudos, como refere Frankenfield et al.<sup>(28)</sup> em que os valores médios variavam entre -250 e -900 kcal aodia, sendo, contudo, bastante superior às -150 kcal ao dia constatadas por Kross et al.<sup>(20)</sup> Embora não tenha sido definido *a priori*, consideramos, tal como Boullata et al.,<sup>(22)</sup> que erros >250kcal ao dia não são clinicamente aceitáveis, podendo induzir estados de hipoalimentação ou hiperalimentação e suas consequências deletérias. Sabendo que, em média, houve subestimativa diária de 259,86 kcal e que o tempo médio de internação foi de 13,42 dias, poderíamos constatar que o viés cumulativo seria de cerca de -3.487 kcal, o que enfatiza a imprecisão da estimativa.

Ao contrário do apontado por Kross et al.,<sup>(20)</sup> no nosso estudo, a equação de HB não parece subestimar o GE de forma mais marcada nos indivíduos com obesidade. Pelo contrário, a diferença média parece ser menor (-207 kcal ao dia para obesidade grau I e -78,03 kcal ao dia para obesidade graus II e III *versus* -249,86 kcal ao dia para os normoponderais), mas isso poderá ser devido ao número limitado de indivíduos com obesidade neste estudo (18,8%) comparativamente aos 43,3% que incluíam o estudo supracitado. Todavia esses resultados são concordantes com o estudo de Reid<sup>(18)</sup> e sugerem que a equação de HB sem fatores de correção parece ser um

bom preditor do GE nos indivíduos com IMC  $\geq 35$  (100% de precisão).

A existência de correlação entre a equação de HB e a CI é concordante com os resultados de Boullata et al.,<sup>(22)</sup> mas, novamente, isso não se refletiu na precisão e na inexistência de diferenças aceitáveis, o que são características clinicamente mais úteis do que a medição da força da correlação. Em síntese, o presente estudo corrobora vários resultados já apontados pela literatura, apontando para a ineficácia das equações preditivas<sup>(20,22,28,29)</sup> e para o fato da equação de HB tender a subestimar as verdadeiras necessidades nutricionais.<sup>(20,30)</sup> Todavia, outros autores apontam a equação de HB como um substituto aceitável da CI.<sup>(31,32)</sup>

As últimas diretrizes da ESPEN<sup>(8)</sup> recomendam que, ao paciente crítico, na ausência de CI, deve ser ministrado um valor energético de 25 kcal/kg ao dia, atingindo-o ao longo de 2 a 3 dias após o início do SN. Nossos resultados, constatando necessidades energéticas médias de 24,48 kcal/kg ao dia, vieram demonstrar que, de uma forma global, os valores recomendados pela sociedade europeia são adequados às necessidades globais dos pacientes dessa UTI, embora possa ocorrer ligeira hiperalimentação, particularmente para indivíduos com obesidade. Isso é ainda mais relevante, atendendo a recomendações recentes<sup>(33)</sup> que sugerem a adoção de um regime nutricional hipocalórico (11 a 14 kcal/kg por dia do peso atual) e hiperproteico aos pacientes obesos sem contraindicações. Stucky et al.<sup>(34)</sup> recomendam, inclusive, a utilização de regimes nutricionais hipocalóricos na generalidade dos internados em UTI.

O uso de fatores de atividade/estresse desenvolvidos por Long et al.<sup>(35)</sup> de forma a introduzir um valor de correção às estimativas da HB devido às condições metabólicas específicas dos pacientes críticos (variando entre 0,7, se o paciente tem fome, até 2,1, se é queimado) é já considerado não fiável a nível prático,<sup>(28)</sup> até porque diversos parâmetros, alguns ainda não determinados, contribuem para o GE total e variam consoante a globalidade desses parâmetros em uma UTI. Dessa forma, apenas apresentamos o valor de correção da HB à CI, nomeadamente 1,17, como a nossa visão de que, atualmente, apenas é possível indicar um fator de correção *a posteriori*, sem conhecimento concreto de todas as variáveis que o justificam, e fornecendo apenas um caráter informativo do estado de estresse metabólico geral.

O tipo de admissão não influenciou o GE medido, ressalvando-se que 50,6% dos indivíduos pertenciam a uma só classe (neurocirúrgico). Embora esteja descrito que a sedação diminui o GE real, enquanto que as

aminas vasoativas o aumentam,<sup>(36)</sup> essa associação não se verificou no nosso estudo. Entretanto, não foi usada nenhuma escala de sedação para quantificar o nível de sedação dos pacientes.

Neste estudo também não se verificou a existência de uma relação entre o GE real e a gravidade da doença avaliada pelo SOFA. Por outro lado, o GE real foi significativamente maior nos indivíduos com temperatura  $\geq 38^{\circ}\text{C}$ . Esses achados apoiam as conclusões de Bruder et al.<sup>(37)</sup> em que a temperatura corporal foi o maior determinante do GE nos indivíduos sedados.

Não podemos deixar de referir as limitações deste estudo, que incluem o fato de ser retrospectivo e de ter sido selecionada uma população não aleatória de pacientes, portanto as conclusões obtidas podem não ser generalizáveis a todos os pacientes críticos. Outra limitação consiste no fato de terem sido consideradas as necessidades energéticas necessárias, e não as efetivamente administradas, podendo existir discrepância considerável.<sup>(38)</sup>

Sendo a CI reconhecida como método de referência para medição do GE em pacientes críticos ventilados, as limitações que a acompanham induzem à utilização de fórmulas, como a equação de HB e recomendações de sociedades de nutrição, métodos mais comuns para estimar o GE real na prática clínica. Nossos resultados, apesar das suas limitações, confirmam a necessidade de se desenvolver ou melhorar os métodos preditivos de GE mais usados e corroboram para que a CI permaneça como método mais fidedigno de sua determinação.

## CONCLUSÃO

A equação de HB não é precisa na determinação do GE, subestimando-o, e apresentando diferenças significativas para prever, a nível individual, o GE real.

## ABSTRACT

**Objective:** Given the inaccessibility of indirect calorimetry, intensive care units generally use predictive equations or recommendations that are established by international societies to determine energy expenditure. The aim of the present study was to compare the energy expenditure of critically ill patients, as determined using indirect calorimetry, to the values obtained using the Harris-Benedict equation.

**Methods:** A retrospective observational study was conducted at the Intensive Care Unit 1 of the Centro Hospitalar do Porto. The energy requirements of hospitalized critically ill patients as determined using indirect calorimetry were assessed between January 2003 and April 2012. The accuracy ( $\pm 10\%$  difference between the measured and estimated values), the mean differences and the limits of agreement were determined for the studied equations.

**Results:** Eighty-five patients were assessed using 288 indirect calorimetry measurements. The following energy requirement values were obtained for the different methods:  $1,753.98 \pm 391.13$  kcal/day ( $24.48 \pm 5.95$  kcal/kg/day) for indirect calorimetry and  $1,504.11 \pm 266.99$  kcal/day ( $20.72 \pm 2.43$  kcal/kg/day) for the Harris-Benedict equation. The equation had a precision of 31.76% with a mean difference of  $-259.86$  kcal/day and limits of agreement between  $-858.84$  and  $339.12$  kcal/day. Sex ( $p=0.023$ ), temperature ( $p=0.009$ ) and body mass index ( $p<0.001$ ) were found to significantly affect energy expenditure.

**Conclusion:** The Harris-Benedict equation is inaccurate and tends to underestimate energy expenditure. In addition, the Harris-Benedict equation is associated with significant differences between the predicted and true energy expenditure at an individual level.

**Keywords:** Indirect calorimetry; Diet therapy; Nutritional therapy; Energy metabolism; Respiration, artificial; Intensive care units

## REFERÊNCIAS

1. Moreno R, Vincent JL, Matos R, Mendonça A, Cantraine F, Thijs L, et al. The use of maximum SOFA score to quantify organ dysfunction/failure in intensive care. Results of a prospective, multicentre study. Working Group on Sepsis related Problems of the ESICM. *Intensive Care Med.* 1999;25(7):686-96.
2. Fontoura CS, Cruz DO, Londero LG, Vieira RM. Avaliação nutricional de paciente crítico. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2006;18(3):298-306.
3. Hildebrandt LA, Logan S. The use of prealbumin to enhance nutrition-intervention screening and monitoring of the malnourished patient. *Nutr Today.* 2003;38(4):134-8.
4. McWhirter JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ.* 1994;308(6934):945-8.
5. Villet S, Chiolerio RL, Bollmann MD, Revelly JP, Cayeux R N MC, Delarue J, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr.* 2005;24(4):502-9.
6. Pirat A, Tucker AM, Taylor KA, Jinnah R, Finch CG, Canada TD, et al. Comparison of measured versus predicted energy requirements in critically ill cancer patients. *Respir Care.* 2009;54(4):487-94.
7. Amirkalali B, Hosseini S, Heshmat R, Larijani B. Comparison of Harris-Benedict and Mifflin-ST Jeor equations with indirect calorimetry in evaluating resting energy expenditure. *Indian J Med Sci.* 2008;62(7):283-90.
8. Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, Griffiths R, Kreyman G, Leverve X, Pichard C, ESPEN. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: intensive care. *Clin Nutr.* 2009;28(4):387-400.
9. Hill AG, Hill GL. Metabolic response to severe injury. *Brit J Surg.* 1998;85(7):884-90.
10. Rubinson L, Diette GB, Song X, Brower RG, Krishnan JA. Low caloric intake is associated with nosocomial bloodstream infections in patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med.* 2004;32(2):350-7.
11. Klein S, Kinney J, Jeejeebhoy K, Alpers D, Hellerstein M, Murray M, et al. Nutrition support in clinical practice: review of published data

- and recommendations for future research directions. Summary of a conference sponsored by the National Institutes of Health, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, and American Society for Clinical Nutrition. *Am J Clin Nutr.* 1997;66(3):683-706.
12. Doekel RC Jr, Zwillich CW, Scoggin CH, Kryger M, Weil JV. Clinical semi starvation: depression of hypoxic ventilatory response. *N Engl J Med.* 1976;295(7):358-61.
  13. Good RA, Lorenz E. Influence of energy levels and trace metals on health and life span. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1990;14(5 Suppl):230S-6.
  14. Mechanik JI, Brett EM. Nutrition and the chronically critically ill patient. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005;8(1):33-9. Review.
  15. Basile Filho A, Martins MA, Antoniazzi P, Marchini JS. A calorimetria indireta no paciente em estado crítico. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2003;15(1):29-33.
  16. MacDonald A, Hildebrandt L. Comparison of formulaic equations to determine energy expenditure in the critically ill patient. *Nutrition.* 2003;19(3):233-9.
  17. Ireton-Jones CS, Jones JD. Should predictive equations or indirect calorimetry be used to design nutrition support regimens? *Nutr Clin Pract.* 1998;13(3):141-3.
  18. Reid CL. Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clin Nutr.* 2007;26(5):649-57.
  19. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. Washington: Carnegie Institution of Washington; 1919.
  20. Kross EK, Sena M, Schmidt K, Stapleton RD. A comparison of predictive equations of energy expenditure and measured energy expenditure in critically ill patients. *J Crit Care.* 2012;27(3):321.e5-12.
  21. Hoffer LJ. Protein and energy provision in critical illness. *Am J Clin Nutr.* 2003;78(5):906-11.
  22. Boullata J, Williams J, Cottrell F, Hudson L, Compher C. Accurate determination of energy needs in hospitalized patients. *J Am Diet Assoc.* 2007;107(3):393-401.
  23. da Rocha EE, Alves VG, da Fonseca RB. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2006;9(3):247-56. Review.
  24. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2000;894:i-xii, 1-253.
  25. Deltatrac II MBM-200 Metabolic Monitor Operator's Manual. Datex. 1994.
  26. Chan YH. Biostatistics 104: correlational analysis. *Singapore Med J.* 2003;44(12):614-9.
  27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet.* 1986;1(8476):307-10.
  28. Frankenfield D, Hise M, Malone A, Russell M, Gradwell E, Compher C; Evidence Analysis Working Group. Prediction of resting metabolic rate in critically ill adult patients: results of a systematic review of the evidence. *J Am Diet Assoc.* 2007;107(9):1552-61.
  29. Xiao GZ, Su L, Duan PK, Wang QX, Huang H. [Comparison of measuring energy expenditure with indirect calorimetry and traditional estimation of energy expenditure in patients in intensive care unit]. *Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue.* 2011; 23(7):392-5. Chinese
  30. Lev S, Cohen J, Singer P. Indirect calorimetry measurements in the ventilated critically ill patient: facts and controversies – the heat is on. *Crit Care Clin.* 2010;26(4):e1-9.
  31. Alexander E, Susla GM, Burstein AH, Brown DT, Ognibene FP. Retrospective evaluation of commonly used equations to predict energy expenditure in mechanically ventilated, critically ill patients. *Pharmacotherapy.* 2004;24(12):1659-67.
  32. Cheng CH, Chen CH, Wong Y, Lee BJ, Kan MN, Huang YC. Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Clin Nutr.* 2002;21(2):165-72.
  33. Mesejo A, Sánchez Álvarez C, Arboleda Sánchez JA; Metabolism and Nutrition Working Group of the Spanish Society of Intensive Care Medicine and Coronary units. Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient: update. Consensus SEMICYUC-SENPE: obese patient. *Nutr Hosp.* 2011;26 Suppl 2:54-8. Review.
  34. Stucky CC, Moncure M, Hise M, Gossage CM, Northrop D. How accurate are resting energy expenditure prediction equations in obese trauma and burn patients? *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2008;32(4):420-6.
  35. Long CL, Schaffel N, Geiger JW, Schiller WR, Blakemore WS. Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1979;3(6):452-6.
  36. Chioléro R, Revely JP, Tappy L. Energy metabolism in sepsis and injury. *Nutrition.* 1997;13(9 Suppl):45S-51. Review.
  37. Bruder N, Raynal M, Pellissier D, Courtinat C, François G. Influence of body temperature, with or without sedation, on energy expenditure in severe head-injured patients. *Crit Care Med.* 1998;26(3):568-72.
  38. Krishnan JA, Parce PB, Martinez A, Diette GB, Brower RG. Caloric intake in medical ICU patients: consistency of care with guidelines and relationship to clinical outcomes. *Chest.* 2003;124(1):297-305.