

## Avaliação das necessidades energéticas no doente crítico

A Marinho<sup>1</sup>, J Pinho<sup>2</sup>, LR Cançado<sup>3</sup>, MM Oliveira<sup>1</sup>, MG Oliveira<sup>1</sup>, R Marinho<sup>4</sup>, FR Martins<sup>1</sup>

1 – Centro Hospitalar do Porto • Hospital de Santo António • Serviço de Cuidados Intensivos Polivalente

2 – Centro Hospitalar Médio Ave • Hospital São João de Deus, Porto

3 – Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

4 – Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Correspondência: anibalmarinho@gmail.com

### Resumo

**Introdução:** Os doentes críticos são um grupo de doentes francamente hipermetabólicos que necessitam de um suporte nutricional adequado às suas necessidades. **Objetivos:** Verificar o melhor método para determinar as necessidades energéticas de doentes críticos. **Material e métodos:** Estudo transversal analítico no qual foram recolhidos dados demográficos, determinado o consumo energético quer por calorimetria indirecta, quer pela fórmula de Harris-Benedict e além disso calculado o fator de stress de pacientes internados entre 2004 e 2009. **Resultados:** Incluíram-se neste estudo 139 doentes (33% feminino, 67% masculino). Foram efetuadas 298 medidas pela calorimetria indirecta, com tempo útil médio de 9 horas, que foram comparadas às necessidades energéticas calculadas a partir da equação de Harris-Benedict. Encontraram-se diferenças significativas entre os resultados obtidos. O consumo energético mensurado foi 27,9 Kcal/kg (mediana), e quando comparado à equação de Harris-Benedict, evidenciou-se um valor subestimado em 25% (7 Kcal/kg). A mediana do fator de stress encontrado para a correção da fórmula de Harris-Benedict foi de 1,31. **Discussão e conclusão:** Embora exista uma variabilidade do consumo energético nesses doentes, a fórmula de Harris-Benedict, quando associada a um fator stress entre 1,25 – 1,35, poderá ser um método eficaz na avaliação das necessidades nutricionais. Por outro lado, pode-se optar também por uma abordagem mais simplificada, utilizando valores energéticos entre 25 a 30 Kcal por quilograma de peso. Obviamente, a calorimetria indirecta continua a ser o “gold standard” da avaliação do consumo energético, já que nos permite adequar as necessidades energéticas em função do consumo energético individual de acordo com o gasto real de cada doente.

### Abstract

#### Assessment of energy requirements in critically ill patients

**Introduction:** The critical care patients are often in a hyper metabolic state that require an adequate nutritional support to fill its needs. **Objective:** Verify the optimal method to determine the energy necessities of critical care patients. **Materials and methods:** Transversal analytical study in which it was collected demographic data, determined the energy consumption by the use of indirect calorimetry and by the formula of Harris-Benedict and additionally calculated the stress factor of critical care patients admitted between 2004 and 2009. **Results:** 139 patients were added to the study (33% feminine, 67% masculine). 298 measures were carried out by the use of indirect calorimetry, with an average useful time of 9 hours, and then they were compared with the energy necessities calculated by the use of the equation of Harris-Benedict. We found significant differences between the results obtained from both methods. The energy consumption measured was of 27.9Kcal/kg (median), and when compared with the one determined by the equation of Harris-Benedict, we got an underestimated of 25% (about 7Kcal/kg). The median stress factor found for the adjustment of the formula of Harris-Benedict was of 1.31. **Discussion and conclusion:** Although the existence of a variability in the energy consumption of these patients, the formula of Harris-Benedict, when associate to a stress factor between 1.25 – 1.35, could be an efficient method in the evaluation of the nutrition necessities. On the other hand, a more simplified approach can be used, giving 25 to 30Kcal for kilogram according to weight of the patients. Obviously, the indirect calorimetry continues to be the “gold standard” of the evaluation of the energy consumption, since it allows us to adjust the energetic needs according to the individual energetic consumption and with actual spending of each patient.

## Introdução

Profissionais de saúde de vários países já constataram que os doentes hospitalizados apresentam, em sua grande maioria, algum grau de desnutrição, entre 30 a 50%.<sup>1-4</sup> Embora tal constatação seja motivo de preocupação para a comunidade científica, sua identificação e caracterização são ainda subavaliadas.<sup>3,5,6</sup> Também é conhecido que um doente desnutrido terá maior predisposição a alterações teciduais e orgânicas, imunológicas, cardiovasculares, respiratórias e gastrointestinais.<sup>7-9</sup> Consequentemente poderão ocorrer complicações, devido ao aumento da susceptibilidade às infecções e ao atraso na cicatrização de feridas, comprometendo assim a evolução e o prognóstico desses doentes.<sup>2,7,10,11</sup>

Por outro lado, o conhecimento desta situação levou, num passado recente, à administração exagerada de nutrientes, em doentes francamente desnutridos numa fase pré-cirúrgica. Tal prática revelou ser prejudicial, pois também resultava num aumento do tempo de internamento, do risco de infeção e da taxa de mortalidade.<sup>12,13</sup> Neste contexto, reveste-se de especial interesse a determinação, o mais próximo possível, das necessidades energéticas reais de doentes críticos.

Doentes críticos são um grupo de doentes francamente hipermetabólicos e hipercatabólicos que, quando internados por um período superior a 3 dias, necessitam de um suporte nutricional adequado às suas necessidades reais. Atualmente existem diversas fórmulas que nos permitem, de uma forma indireta, determinar as necessidades nutricionais de doentes hospitalizados, sendo a calorimetria indireta ainda o método mais preciso.<sup>14</sup> O princípio da calorimetria indireta deriva do pressuposto de que o corpo humano “queima” os substratos disponíveis (hidratos de carbono, lipídios e proteínas) consumindo oxigénio e produzindo dióxido de carbono e nitrogénio.<sup>15,16</sup> Esta técnica não invasiva permite o cálculo do consumo energético (C.E.), através da determinação do consumo de oxigénio ( $VO_2$ ) e da produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), utilizando uma fórmula matemática pré-estabelecida, que permite também identificar o consumo de diferentes substratos energéticos quando incluído o nitrogénio ureico urinário de 24hs.<sup>15,16</sup>

A calorimetria indireta permite não só determinar as necessidades nutricionais do doente, mas também avaliar a resposta ao suporte nutricional instituído e estimar a oxidação dos diferentes macronutrientes, o que poderá ter especial relevância na prevenção de situações de hipernutrição, com todos os riscos que pode acarretar.<sup>12,13</sup> Este método fornece ainda outras vantagens adicionais, como a possibilidade de se poder calcular o débito cardíaco,<sup>17</sup> determinar a relação entre a distribuição e o consumo de oxigénio pelos tecidos<sup>18</sup> e avaliar os efeitos que os diferentes modos

ventilatórios produzem nos gastos energéticos, permitindo um desmame ventilatório mais eficaz.<sup>19</sup>

No entanto, ainda não é comum a utilização da calorimetria indireta para a determinação das necessidades nutricionais em cuidados intensivos, por se tratar de um equipamento dispendioso, que necessita de uma equipa treinada e motivada para a sua implementação, associado a outras limitações técnicas como o fornecimento exógeno de oxigénio e a necessidade de uma correta calibração. Tendo em conta que sua utilização se encontra muitas vezes restrita a projetos de investigação, a maioria das Unidades de Cuidados Intensivos continuam a utilizar fórmulas preditivas para a avaliação das necessidades nutricionais de seus doentes. A equação mais utilizada é a de Harris-Benedict,<sup>20</sup> mas o uso da determinação de quantidades fixa de calorias em função do peso (kcal/Kg/dia), também é bastante utilizada.<sup>21-23</sup>

Diante do exposto o presente estudo teve como objetivo verificar qual o melhor método para definir as necessidades energéticas de doentes críticos, por meio da comparação do consumo energético, mediado pela calorimetria indireta, e determinado pela fórmula de Harris-Benedict e o fator de correção (fator stress), em doentes críticos, sob suporte ventilatório.

## Material e métodos

Estudo transversal analítico, realizado no Serviço de Cuidados Intensivos (SCI) do Hospital de Santo António (HGSA) do Porto. Verificou-se as necessidades energéticas medidas por calorimetria indireta, realizadas rotineiramente no serviço, em prontuários médicos selecionados de pacientes internados entre 2004 a 2009. Considerando o facto de só se dispor de um aparelho para executar as medições e atendendo às limitações do mesmo, nem todos os pacientes internados nesse serviço tem suas necessidades energéticas aferidas por este método. Apenas foram incluídos dados de doentes maiores de 18 anos ventilados, com internamento superior a 6 dias, para que fosse possível encontrar pelo menos duas medições por calorimetria indireta, estáveis hemodinamicamente, com escala de Glasgow superior a 7<sup>24</sup> e que no momento da medição do consumo energético não estivessem recebendo uma fração de oxigénio inspirado superior a 60%.

Foram registados dados demográficos, índices de gravidade na admissão, a partir da escala de SAPS II (simplified acute physiology score II)<sup>25</sup>, tempo de internamento e taxa de mortalidade. Como já é de rotina no serviço, na impossibilidade de se realizar a pesagem dos doentes,

esse é obtido a partir de registos clínicos, ou pelos familiares mais próximos ou estimado em função da altura aferida.<sup>26,27</sup>

Por meio da altura e do peso calcula-se o Índice de Massa Corporal (IMC), permitindo-nos classificar o estado nutricional com a OMS.<sup>28</sup> O consumo energético nesse serviço é determinado pelo monitor metabólico *Deltatrac II MBM-200* (*Datex Engstrom Division, Instrumentation Corp., Datex-Engstrom, Finlândia*), em doentes ventilados por sistema fechado. Foram realizadas pelo menos duas medições superiores a 4h para cada doente, em intervalos de tempo superior a 4 dias. As medições foram sempre efetuadas após calibração do equipamento e por pessoas com treino específico. No momento das aferições foram registados dados demográficos, tempo total e o tempo útil da medição, e os valores médios do consumo de oxigénio (VO<sub>2</sub>) e da produção de dióxido de carbono (VCO<sub>2</sub>) e quociente respiratório (QR). Para a determinação das necessidades energéticas basais estimadas utilizou-se a fórmula de Harris-Benedict sem fatores de stress.<sup>29</sup> O cálculo do fator stress, para verificar o grau de hipermetabolismo ou hipometabolismo, foi realizado para cada doente. Esta determinação foi calculada pelo quociente entre o consumo energético e as necessidades energéticas basais.<sup>30</sup>

Esse estudo utilizou os testes estatísticos: t de Student, ANOVA e Kruskal-Wallis para análises univariadas. Todos os testes utilizados foram bilaterais e valores de *p* inferiores a 0,05 foram considerados como indicadores de significância estatística. O software estatístico utilizado foi o SPSS para Windows, versão 11.0. Não houve necessidade da autorização pelo Comité de Ética, de acordo as normas da instituição, por se tratar de um estudo observacional retrospectivo, utilizando dados de rotina disponíveis nos prontuários dos doentes.

## Resultados

Foram revistos 139 processos médicos de doentes que permaneceram internados no SCI do HGSA entre 2004 a 2009. Verificou-se neste grupo um predomínio de doentes da vertente médica, do sexo masculino e de faixa etária elevada. A taxa de mortalidade foi de aproximadamente 21%. As características demográficas dos doentes encontram-se na Tabela 1. Não ocorreram diferenças significativas entre sexos relativamente à idade, ao IMC e à gravidade da doença, segundo avaliação pelo SAPS II. Os doentes admitidos ao estudo apresentaram um peso mediano de 68,0 kg e uma altura mediana de 1,65m, sendo a classe de IMC normoponderal a mais frequente. Foram verificadas 298 medições por calorimetria indireta (CI) 2,15 por doente. De uma forma global, o consumo energético apresen-

**Tabela 1 – Características demográficas**

	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
Doentes	139				
Sexo					
Masculino	93 (67%)				
Feminino	46 (33%)				
Idade (anos)		59,04 ± 19,32	64,0	18	90
< 30 anos	17 (12,2%)				
30 a 60 anos	45 (32,4%)				
> 60 aos	77 (55,4%)				
SAPS II		34,73 ± 3,61	33,0	6	67
Peso (Kg)		68,56 ± 14,57	68,0	35	120
Altura (m)		1,66 ± 0,08	1,65	1,45	1,82
Tempo na UTI (dias)		17,9 ± 22,25	10,0	7	122
Taxa de mortalidade	29 (20,9%)				

SAPS II – simplified acute physiology score II

**Tabela 2 – Necessidades / consumo energético**

	Média	Mediana
H.B.+	1438 ± 232,8	1400
CI+	1916 ± 378,7	1880
H.B. / Kg++	21,4 ± 3,12	20,9
C.I. / Kg++	28,8 ± 7,25	27,9

+ p<0,001; ++ p<0,001

H.B. – Harris-Benedict / CI – Calorimetria Indireta

**Tabela 3 – Necessidades / consumo energético segundo faixas etárias**

Idade		H.B. / Kg*	C.I. / Kg**
< 30 anos	Média	25,5 ± 2,07	31,5 ± 7,34
	Mediana	25,2	30,7
30 a 60 anos	Média	22,4 ± 3,30	30,9 ± 8,08
	Mediana	22,3	31,8
> 60 anos	Média	19,9 ± 1,90	27,0 ± 6,25
	Mediana	19,7	26,5

\* p<0,001; \*\*p<0,05; H.B. – Harris-Benedict; CI – Calorimetria indireta

tou-se em 27,9 Kcal/kg, valor subestimado significativamente em 25% (7Kcal/kg) quando utilizado a equação de Harris-Benedict (HB), como foi demonstrado na tabela 2. O fator stress calculado para tal ajuste foi de 1,31 (mediana). A média do QR dos doentes foi de 0,84 ± 0,15. Não foram encontradas diferenças significativas em função do sexo. Ocorreram diferenças significativas relativamente ao consumo energético por faixas etárias, tendo-se verificado um decréscimo das necessidades nutricionais à medida que aumenta a idade dos doentes (Tabela 3), e uma correlação negativa entre o consumo energético e a gravidade do estado clínico dos doentes (-0,227; *p*<0,05). Verificou-se também que os doentes submetidos a transplante hepático apresentaram um consumo energético superior aos restantes. Não foram evidenciadas diferenças significativas

para a idade, o IMC e a causa da admissão relativamente ao fator stress (Tabela 4).

**Tabela 4 – Fatores de stress**

	Média	Mediana
<b>Idade (anos)</b>		
< 30 anos	1,23 ± 0,25	1,24
30 a 60 anos	1,37 ± 0,33	1,33
> 60 anos	1,36 ± 0,26	1,33
$p > 0,05$		
<b>IMC</b>		
<18,5	1,31 ± 0,13	1,28
18,5 a 24,9	1,39 ± 0,28	1,39
25,0 a 29,9	1,33 ± 0,34	1,28
≥30	1,27 ± 0,16	1,28
$p > 0,05$		

## Discussão

Os doentes críticos encontram-se, na sua maioria, dependentes da capacidade dos profissionais de saúde para que lhes sejam fornecidas as necessidades calóricas ideais. Essa dependência aumenta com o tempo de internamento, pois por serem um grupo de doentes francamente hipermetabólicos e hipercatabólicos, quanto mais tempo internados, maior será a repercussão orgânica do inadequado suporte nutricional a que possam estar sujeitos. Por outro lado, a habilidade dos profissionais de saúde em determinar empiricamente as necessidades nutricionais destes doentes têm sido muito questionadas.<sup>31,32</sup>

Embora existam estudos que evidenciam uma perpetuação iatrogénica da má nutrição em doentes críticos, esta visão tem de ser enquadrada com a realidade do estado de saúde do mesmo.<sup>33</sup> Relativamente a estes doentes devemos levar em consideração a gravidade de seu quadro clínico, incidência de mortalidade e disfunção múltipla de órgãos, elevados. Numa fase inicial é vital o controle das funções orgânicas, sendo geralmente recomendado que o suporte nutricional seja feito de forma faseada e progressiva durante a primeira semana de internamento.<sup>34</sup> Dada a pressão existente relativamente à falta de camas em cuidados intensivos, estes doentes são transferidos muito precocemente para uma enfermaria geral. Devido a todas essas limitações descritas os doentes críticos, mesmo que adequadamente nutridos, apresentam tendência a agravar o seu estado nutricional, durante sua internamento. Este facto foi recentemente constatado por Singer, *et al.*<sup>15</sup> em que verificaram que cerca de 70% dos doentes na sua unidade tinham um balanço energético acumulativo negativo no final do internamento, após a implantação de um rigoroso protocolo de suporte nutricional.

Tais medições realizadas por meio da calorimetria indireta nesse serviço abrangeram, em geral, os doentes mais

graves, com predomínio da vertente médica, tempo de internamento prolongado, índices de gravidade mais elevados, mas que apresentaram como classe de IMC mais frequente a normoponderal, seguida da sobrecarga ponderal; esse quadro não corresponde ao perfil dos doentes normalmente internados nessa unidade, em que predominam doentes de cirurgias eletivas, clinicamente menos graves e com tempo de internamento de 2 a 3 dias. Portanto, estes doentes embora não traduzem o grupo mais representativo da unidade, necessitam de uma abordagem nutricional mais cuidadosa, quando o seu internamento se tornar mais prolongado. Por não existir consenso quanto ao tempo mínimo para medição pela calorimetria indireta de forma a avaliar corretamente o consumo energético, este serviço adotou períodos de medição superiores a 4hs.<sup>35</sup>

Tendo em vista essas particularidades, constatou-se uma diferença significativa entre o consumo energético obtido por calorimetria indireta e o cálculo das necessidades nutricionais basais obtido pela fórmula de Harris-Benedict. A fórmula de Harris-Benedict basal subestimou as necessidades calóricas em aproximadamente 25% do consumo real do doente, necessitando de um fator de correção mediano de 1,31 para se obter o consumo energético mais próximo do real. O valor mediano do gasto nutricional diário por quilograma de peso foi de 27,9Kcal/kg/dia, o que traduz um défice mediano de aproximadamente de 7 Kcal/kg/dia relativamente ao calculado pela fórmula de Harris-Benedict. Esse valor variou por motivo de admissão, desde um valor mínimo de 24,6Kcal/kg para os doentes de cirurgias eletivas e um valor máximo de 29,6Kcal/kg para os doentes da vertente médica. Esses resultados são coincidentes aos preconizados pela literatura, quando se utilizam fórmulas fixas por quilograma de peso. Este achado reveste-se de particular importância, considerando a formação deficiente da maioria dos *intensivistas* quanto ao suporte nutricional, sendo porventura mais fácil utilizar uma fórmula fixa, por quilograma de peso, à uma fórmula como a de Harris-Benedict, em que existem inúmeras variáveis.

Os doentes submetidos a transplantes hepáticos, devido ao elevado consumo energético apresentado (33,6Kcal/kg/dia), torna esse um grupo particular, merecendo por isso referências individualizadas. Alguns estudos atribuem este hipermetabolismo a várias condicionantes, tais como: elevada incidência de desnutrição, necessidades energéticas significativamente aumentadas, nem sempre corrigidas no pré operatório (anorexia, estase gástrica, encefalopatia etc.); stress cirúrgico e administração de doses elevadas de corticoterapia.<sup>36-40</sup> Trata-se de um grupo distinto de doentes em que o suporte nutricional merece uma atenção especial pois, esse hipermetabolismo persiste por um período superior a 12 meses após o transplante.<sup>38</sup>

Foi evidenciado também uma correlação significativa negativa entre a idade e as necessidades calóricas, concor-

dando com outros estudos.<sup>13,41</sup> O fator stress aplicado à fórmula de Harris-Benedict variou em função das diferentes patologias, entre um valor mediano mínimo de 1,24 e máximo de 1,39. Estes valores obtidos vão de encontro aos descritos na literatura, entre 1,25 e 1,32.<sup>41-44</sup> Existem outros estudos em populações mais graves, de cirurgias de emergência, que encontraram um fator de correção mais elevado.<sup>30,45,46</sup> A correlação entre o fator stress e a gravidade do estado clínico na admissão, traduzido pelo SAPSS II também se mostrou discretamente negativa. Os resultados dessa correlação é motivo de grande controvérsia, pois ainda encontramos diferentes resultados, negativos ou positivos, em diferentes estudos que abordam essas variáveis, por isso a necessidade de análises futuras.<sup>14,47-50</sup>

## Conclusão

Obviamente a calorimetria indireta continua a ser o “*gold standard*” da avaliação do consumo energético, já que nos permite adequar as necessidades energéticas em função do consumo energético de cada doente. Infelizmente poucas são as unidades que a utilizam na sua rotina diária. Embora exista uma variabilidade no consumo energético nos doentes críticos, a fórmula de Harris-Benedict, quando associada a um fator stress entre 1,25 – 1,35, poderá ser um método eficaz na avaliação das necessidades nutricionais. Por outro lado, também se poderá optar por uma abordagem mais simples utilizando uma fórmula fixa por quilograma de peso, ofertando em média entre 25 a 30Kcal por quilograma de peso.

É evidente que a calorimetria indirecta deverá manter-se como peça fundamental para o adequado suporte nutricional, desde que esteja disponível. Ela continuará a ser o “*standard*” para testar todos os outros métodos a ser implementados nesta área.

## Referências bibliográficas

- Bistran BR, Blackburn GL, Vitale J, et al. Prevalence of malnutrition in general medical patients. JAMA 1976; 235:1567-1570.
- Allison S. Malnutrition in hospitalised patients, and assessment of nutrition support. Artif Nutr Sup Clin Pract 1995; 7:115-26.
- Mc Whirter JP and Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. BMJ 1994; 308:945-8.
- Coats KG, Morgan SL, Bartolucci AA, Weinsier RL. Hospital-associated malnutrition: A reevaluation 12 years later (the skeleton in hospital closet). J Am Diet Assoc 1993; 93:27-33.
- Edington J, Boorman J, Durrant E, Perkins A, Giffin C, James R, Thomson J. Prevalence of malnutrition on admission to four hospitals in England. Clin Nutr 2000; 19:191-5.
- Bruun LI, Bosaeus I, Bergstad I, Nygaard K. Prevalence of malnutrition in surgical patients: evaluation of nutritional support and documentation. Clin Nutr 1999; 18:141-8.
- Allison S. Malnutrition, disease, and outcome. Nutr 2000; 16:590-3.
- Bourdel-Marchasson I, Barateau M, Sourgen C, Pinganaud, Sallemontaudon N, Richard-Harston S, Reigner B, Rainfray M. Prospective audits of quality of PEM recognition and nutritional support in critically ill elderly patients. Clin Nutr 1999; 18:233-40.
- Beck AM, Ovesen. At which body mass index and degree of weight loss should hospitalised elderly patients be considered at nutritional risk? Clin Nutr 1998; 17:195-8.
- Daly MJ. The evolution of Surgical Nutrition: Nutrient and Anabolic Interventions. Ann Surg 1999; 229:19-21.
- Ireson C, Schwartz W. Measuring outcomes in surgical patients. Am J Surg 2001; 181:76-80.
- Vo NM, Waycaster M, Acuff RV, et al. Effects of postoperative carbohydrate overfeeding. Am Surg 1987; 53:632-635.
- Weissman C, Kemper M. Metabolic measurements in the critically ill. Crit Care Clin 1995; 11:169-197.
- Flancbaum L, Choban PS, Sambucco S, et al. Comparison of indirect calorimetry, the Fick method, and prediction equations in estimating the energy requirements of critically ill patients. Am J Clin Nutr (United States), Mar 1999, 69(3):461-6.
- Singer P, Cohen JD. Clinical Applications of Indirect Calorimetry in the Intensive Care Setting. In: Vincent J-L ed. 2003 Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine. Springer, 2003; 912-919.
- Bursztein S. The theoretical framework. In: Bursztein S, Elwyn DH, Askani J, Kinney JM (eds). Energy metabolism, Indirect Calorimetry and nutrition. Williams & Wilkins, Baltimore, 1989; 27-83.
- Keinanen O, Takala J, Kari A. Continuous measurement of cardiac output by the Fick principle: Clinical validation in intensive care. Crit Care Med 1992; 20:360-365.
- Ronco JJ, Fenwick JC, Tweeddale MG et al. Identification of the critical oxygen delivery for anaerobic metabolism in critically ill septic and non septic humans. JAMA 1993; 270: 1724-1730.
- Shikora S, Bistran B, Borlase B, Blackburne G, Stone M, Benotti P. Work of breathing. Reliable predictor of weaning and extubation. Crit Care Med 1990; 18:157-162.
- Van Lanschot JJB, Feenstra BWA, Vermeij CG, et al. Calculation versus measurement of total energy expenditure. Crit Care Med 1986; 14: 981-985.
- Cerra FB, Benitez MR, Blackburn GL, Irwin RS, Jeejeebhoy KN, Katz DP, Pingleton SK, Pomposelli J, Rombeau JL, Shronts E, Wolfe RR and Zaloga GP. Applied nutrition in ICU patients. A consensus statement of the American College of Chest Physicians Chest 1997 111: 769-778.
- Joliet P, Pichard C, Biolo R, Chioléro G, Grimbé X, Leverve G, Nitenberg I, Novak M, Planas J, Preiser E, Schols M, Wernerman J. Enteral nutrition in intensive care patients: a practical approach. Clinical Nutrition 1999 (18): 47- 56.
- Iapichino G, Pezzi A. Wich metabolic strategies in the early phases of injury. In: Guarnieri G, Iscra F. Metabolism and Artificial Nutrition in the Critically ill. Springer 1999:133-145.
- Bastos PG, Sun X, Wagner DP, et al. Glasgow coma score in the evaluation of outcome in intensive care unit: findings from the acute physiology and chronic health evaluation III study. Crit Care Med 1993;21:1459-1465.
- Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new simplified acute physiology score (SAPS II) based on a European / North American multicenter study. JAMA 1993; 270:2957-63.
- Lee RD, Nieman DC. Assessment of the Hospitalized Patient. In: Nutritional Assessment. 2nd Ed. Mosby: 1996; 289-331.
- Powell-tuck J, Goldhill DR. Monitoring nutritional Support in the intensive care unit. In: Pichard C, Kudsk KA. From Nutrition support to pharmacologic nutrition in the ICU. Springer 2000:191-208.
- Hammond KA. The nutritional dimension of physical assessment. Nutr 1999; 15:411-9.
- Harris JA, Benedict FG. Biometric Study of basal metabolism in man. Washington DC: Carnegie Institute, 1919. (Publication No 279).
- Boulanger BR, Nayman R, McLean RF, Phillips E, Rizoli SB. What are the clinical determinants of early energy expenditure in critically injured adults? The journal of trauma 1994; 37(6):969-974.
- Liggett SB, Renfro AD. Energy expenditures of mechanically ventilated nonsurgical patients. Chest 1990; 98: 682-686.
- Mann S, Westenskow DR, Houtchens BA. Measured and predict caloric expenditure in the acutely ill. Crit Care Med 1985; 13: 173-177.
- Driver AG, Lebrum M. Iatrogenic malnutrition in patients receiving ventilatory support. JAMA 1980; 244: 2195-2196.

34. Joliet P, Pichard C, Chevrolet JC. Nutritional support in the ventilator-dependent patient. *Eur Respir Mon* 1998; 8:84-113.
35. Petros S, Engelmann L. Validity of an abbreviated Indirect calorimetry protocol for measurement of resting energy expenditure in mechanically ventilated and spontaneously breathing critically ill patients. *Intens Care Med* 2001; 27: 1164-8.
36. Pikul J, Sharp MD, Lowndes R, Ghent CN. Degree of preoperative malnutrition is predictive of postoperative morbidity and mortality in liver recipients. *Transplantation* 1994; 57:469-72.
37. Detsky AS, McLaughlin JR, et al. What is a subjective global assessment of nutritional status? *J Parent Enteral Nutr* 1987; 11:8-13.
38. Muller MJ, et al. Resting energy expenditure and nutritional state in patients with liver cirrhosis before and after liver transplantation. *Clin Nutr* 1994; 13:145-52.
39. Nielsen K, Kondrup J, et al. Long-term oral refeeding of patients with cirrhosis of liver. *Br J Nutr* 1995; 74:557-67.
40. Kondrup K, Nielson K. protein requirement and protein utilization in patients with liver cirrhosis. *Z Gastroenterol* 1996; 34(suppl 5): 26-31.
41. Cheng CH, Chen CH, Wong Y, et al. Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinical Nutrition* 2002; 21:165-172.
42. Cortes V, Nelson LD. Errors in estimating energy expenditure in critically ill surgical patients. *Arch Surg* 1989; 124: 287-290.
43. Kinney JM, Long CL, Gump FE, et al. Tissue composition of weight loss in surgical patients. I. Elective operation. *Ann Surg* 1968; 168: 459-474.
44. Long CL, Schaffel N, Geiger JW, et al. Metabolic response to injury and illness: Estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN* 1979; 3:452-456.
45. Barak N, Alonso EW, Sitrin MD. Evaluation of stress factors and body weight adjustments currently used to estimate energy expenditure in hospitalized patients. *JPEN* 2002; 26: 231-238.
46. Swinamer DL, Grace MG, Hamilton SM, et al. Predictive equation for assessing energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care Med* 1990; 18:657-661.
47. Hwang TL, Huang SL, Chen MF. The use of indirect calorimetry in critically patients – the relationship of measured energy expenditure to injury severity score, septic severity score, and APACH II score. *J Trauma* 1993; 34:247-251.
48. Swinamer D L, et al. Twenty-four hour energy expenditure in critically ill patients. *Crit Care Med* 1984; 15:637-643.
49. Vicari J, Watson P, Fagan D, Jasnowski J, Lanspa S J. Measured resting energy expenditure: relationship to APACHE II score and obesity. *Nutr Res* 1995; 15:777-784.
50. Brown P E, McClave S A, Hoy N W, et al. The acute physiology and chronic health evolution II classification system is a valid marker for physiologic stress in the critically ill patient. *Crit Care Med* 1993; 21:363-367.