

UNIVERSIDADE DO PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

**ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES DE ENERGIA DOS DOENTES
CRÍTICOS**

(Estimating energy needs of critically ill patients)

Claudia Teixeira Santos da Silva

2009

UNIVERSIDADE DO PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES DE ENERGIA DOS DOENTES
CRÍTICOS

(Estimating energy needs of critically ill patients)

Claudia Teixeira Santos da Silva

**Dissertação para a obtenção
do grau de Mestre em Nutrição Clínica**

Orientadora: Prof^a.Dr^a. Flora Correia

Co-orientador: Dr.Anibal Marinho

2009

Dedicatória

Aos meus pais, sempre presentes em todos os momentos desde o início da minha vida

Ao meu marido, quem me apoiou no dia-a-dia para que eu cumprisse mais um objectivo

Agradecimentos

À minha família, pelo apoio e incentivo, desde quando a realização do mestrado estava só no pensamento;

Aos orientadores, pela ajuda além da orientação;

Ao prof. Bruno Oliveira, pelo apoio precioso na análise estatística dos dados;

Às professoras Teresa Amaral e Sara Rodrigues, pela ajuda com algumas referências utilizadas no texto;

Ao colega de profissão David Frankenfield, pela ajuda com o fornecimento de algumas referências utilizadas no texto e pelo esclarecimento de algumas dúvidas;

À toda equipa do SCI 1 do HGSA, por ter me recebido durante o desenvolvimento deste estudo;

À equipa de enfermagem do SCI 1 do HGSA, pela disponibilidade sempre demonstrada;

À enfermeira Margarida Oliveira do SCI 1 do HGSA, pelas trocas de experiências;

Ao pessoal da biblioteca da FCNAUP, em especial à Dr^a. Marta Azevedo e à Alexandra – pela disponibilidade e ajuda sempre atempada;

A todos que, de alguma maneira, me ajudaram e apoiaram a elaboração deste estudo.

Índice

Lista de abreviaturas	i
Lista de quadros e tabelas	iii
Lista de gráficos	v
Resumo	vi
Abstract	vii
1.Introdução	1
1.1.O doente crítico e sua resposta orgânica à agressão	1
1.2.Avaliação nutricional no doente crítico	3
1.3.O gasto energético no doente crítico e seus factores intervenientes	3
1.4.Calorimetria Indirecta Respiratória	4
1.5.Equações preditivas na estimativa do gasto energético.....	6
1.6.O fornecimento efectivo de energia aos doentes críticos	7
2.Material e método	9
3.Resultados	19
4.Discussão	39
5.Conclusão	59
6.Referências bibliográficas	60

Lista de Abreviaturas

- ADA – “ American Dietetic Association”
- ACCP – “American College of Chest Physicians”
- AJC – Altura do Joelho-Calcanhar
- ASC – Área de Superfície Corporal
- BAPEN – “British Association for Parenteral & Enteral Nutrition”
- CIR – Calorimetria Indirecta Respiratória
- CMB – Circunferência do Meio do Braço
- CMP – Circunferência do Meio da Perna
- CO₂ – gás dióxido de carbono
- CoAB – Comprimento do Ante-Braço
- CTL – Contagem Total Linfocitária
- DP – Desvio-padrão
- ECG – Escala de Coma de Glasgow
- ESPEN – “European Society for Parenteral and Enteral Nutrition”
- FR – Frequência Respiratória
- GEB – Gasto Energético Basal
- GED – Gasto Energético Diário
- GER – Gasto Energético de Repouso
- GET – Gasto Energético Total
- IC – Intervalo de Confiança
- IMC – Índice de Massa Corporal
- N – Número de doentes da amostra
- N_a – Número de avaliações do GER
- O₂ – Oxigénio
- QR – Quociente Respiratório
- RMS – “Root Mean Square”

SAPS II – “Simplified Acute Physiology Score II”

SCI – Serviço de Cuidados Intensivos

SOFA – “Sequential Organ Failure Assessment”

SRIS – Síndrome da Resposta Inflamatória Sistémica

TCE – Trauma Crânio-Encefálico

VCO_2 – Produção de dióxido de carbono

V_E – Volume minuto

VO_2 – Consumo de oxigénio

VT – Volume corrente

Lista de quadros e tabelas

Quadro 1. Equações para estimativa do peso, a partir da altura do joelho-calcanhar e da CMB	11
Quadro 2. Equações para estimativa da altura por meio da altura do joelho-calcanhar	12
Tabela 1. Distribuição da amostra segundo idade e índices de gravidade	19
Tabela 2. Distribuição da amostra segundo sexo e motivo de admissão	19
Tabela 3. Dados antropométricos da amostra	20
Tabela 4. Comparação entre o peso referido e os pesos estimados	20
Tabela 5. Comparação entre a altura referida e as alturas estimadas	21
Tabela 6. Número de avaliações do GER (N_a), por dia de internamento	21
Tabela 7. Variáveis referentes à monitorização metabólica (CIR)	22
Tabela 8. Dados bioquímicos da amostra, nos dias de avaliação do GER	22
Tabela 9. Dados clínicos da amostra, nos dias de avaliação do GER	23
Tabela 10. Comparação do GER, em sub-grupos da amostra, considerando a média do GER de cada doente para o período estudado	24
Tabela 11. Comparação do GER, em sub-grupos da amostra, considerando cada medição efectuada	25
Tabela 12. Comparação do GER entre os graus de sedação, segundo a escala de Ramsay e a classificação utilizada por Terao, et al. ³³	26
Tabela 13. Análise do GER de acordo com o IMC	26
Tabela 14. Diferença entre o gasto/necessidade de energia estimado por equações e medido pela CIR	29
Tabela 15. Correlação entre o GER médio de cada doente, no período do estudo, e a idade, alguns parâmetros antropométricos e a ECG na admissão	31
Tabela 16. Correlações entre o GER medido e os níveis de lactato e alguns parâmetros clínicos, considerando todas as medições efectuadas	32
Tabela 17. Correlações entre o GER medido e alguns parâmetros clínicos e bioquímicos, considerando todas as medições efectuadas	32

Tabela 18. Número de doentes que iniciaram o suporte nutricional, segundo o dia e o motivo de internamento	33
Tabela 19. Gasto e ingestão de energia dos doentes, após o início do suporte nutricional	34
Tabela 20. Gasto e ingestão de energia dos doentes, a partir do terceiro dia de suporte nutricional	34
Tabela 21. Frequências das medições do GER conforme o grau de metabolismo e a adequação do fornecimento/ingestão de energia, considerando as medições efectuadas após o início do suporte nutricional	36
Tabela 22. Frequências das medições do GER conforme o grau de metabolismo e a adequação do fornecimento/ingestão de energia, a partir do terceiro dia de suporte nutricional	36

Lista de gráficos

Gráfico 1.Média do GER, por dia de internamento	22
Gráfico 2.GER (Kcal/kg/dia) por dia de internamento, com base na recomendação da ACCP	27
Gráfico 3.Graus de metabolismo, por dia de internamento	30
Gráfico 4.Média do grau de metabolismo, por dia de internamento	31
Gráfico 5.Intervalos de adequação do fornecimento de energia, segundo o dia de suporte nutricional	35
Gráfico 6. Relação entre a percentagem de fornecimento de energia e o grau de metabolismo, a partir do terceiro dia de suporte nutricional (N _a =24)	37
Gráfico 7. Relação entre a percentagem de fornecimento de energia e o GER, a partir do terceiro dia de suporte nutricional (N _a =24)	38

Resumo

Objectivo: Este estudo teve o intuito de verificar a adequabilidade do uso do peso referido e do peso estimado, em equações preditivas do gasto/necessidade de energia, identificando aquela com melhores resultados frente os valores medidos pela calorimetria indirecta respiratória (CIR). Procurou-se, também, identificar alguns dos parâmetros com influência sobre o gasto energético e avaliar a situação do fornecimento efectivo de energia, aos doentes.

Material e método: Em estudo observacional e prospectivo, o gasto energético de 22 doentes críticos adultos foi medido, pela CIR, e comparado aos valores estimados por cinco equações preditivas, aplicando-se peso referido e peso estimado. Obtiveram-se as correlações entre o gasto energético medido e alguns parâmetros antropométricos, clínicos e bioquímicos, e avaliou-se a percentagem de energia fornecida aos doentes, com base no gasto energético medido.

Resultados: A equação de Penn-State (2003), com aplicação do peso referido, foi a que mostrou melhores resultados. Destacou-se a associação entre o GER e o sexo, o peso, a altura, a temperatura corporal, o volume corrente, o volume minuto, a proteína C-reactiva e o grau de sedação. O fornecimento efectivo de energia abaixo de 80% das necessidades medidas foi prevalente, e sua adequação variou de doente para doente e de dia para dia.

Conclusão: Na falta da CIR, a equação de Penn-State (2003) com o peso referido mostrou ser a melhor opção para a estimativa das necessidades de energia, devendo-se avaliar a tolerância dos doentes e a adequação do suporte nutricional, de maneira individual e constante. Vários parâmetros mostraram correlação significativa com o GER. Prevaleceu o fornecimento de energia em quantidades abaixo de 80% das necessidades medidas.

Palavras-chave: doente crítico; peso corporal; gasto energético; calorimetria indirecta respiratória; fornecimento de energia.

Abstract

Objective: The aim of this study was to verify the suitability of applying referred and estimated weights on predictive equations of energy expenditure/energy needs, identifying the equation with the best results; identify some of the influencing factors of the energy expenditure; and analyze the situation of the effective caloric delivery.

Methods: On this observational and prospective study, the energy expenditure of 22 critically ill adult patients on mechanical ventilation was measured and compared to estimated values by five predictive equations, applying referred and estimated weights. The correlation coefficient between measured energy expenditure and some clinical, laboratory and anthropometric data was obtained. It was also analyzed the proportion of calories delivered to patients, based on their measured energy expenditure/needs.

Results: Among the equations considered, the Penn-State (2003), applying referred weight, showed the best results. It was highlighted the correlation between energy expenditure and gender, weight, height, body temperature, tidal volume, minute ventilation, C-reactive protein and deep of sedation on energy expenditure. In most cases, it was delivered less than 80% of caloric needs (energy expenditure), and its property changed from patient to patient and from day to day.

Conclusions: The Penn-State (2003) equation with referred weight seems to be the best choice for estimating energy expenditure/caloric needs, when indirect calorimetry is not available. Despite the best results, the estimated values using this equation would cause underfeeding or overfeeding to some patients. This possibility shows the importance of planning and evaluating the nutrition support care plan frequently and on an individual basis. Some data had significant correlations with the measured energy expenditure. The delivery of less than 80% of energy needs was the most frequent situation.

Key-words: critically ill; body weight; energy expenditure; respiratory indirect calorimetry; caloric delivery.

1.Introdução

O suporte nutricional adequado é de grande importância para todos os doentes hospitalizados, especialmente para aqueles internados em cuidados intensivos. Nesses doentes, uma cascata de alterações metabólicas coloca-os em risco de desnutrição^{1,2}. A desnutrição, por sua vez, faz com que a resposta do organismo à doença seja afectada³ e que todas as suas consequências concorram para a redução da qualidade de vida⁴.

1.1.O doente crítico e sua resposta orgânica à agressão

O doente crítico é aquele que, devido a alguma agressão aguda (trauma múltiplo, queimaduras severas e certos tipos de cirurgias, por exemplo), necessita de cuidados complexos e de monitorização constante sendo, para isso, internado em um Serviço de Cuidados Intensivos (SCI)⁵.

Uma característica desses doentes é não constituírem uma amostra homogênea por apresentarem diferentes diagnósticos, evoluções da doença, idades, doenças crônicas, locais de infecção e microrganismos invasores, além de diferentes graus de disfunção fisiológica⁶.

Os doentes críticos, em situação de jejum por mais de 3 dias, não respondem da mesma maneira que o indivíduo saudável. Nesses doentes, o gasto energético, a gliconeogênese e o catabolismo proteico não são reduzidos. Cabe ressaltar que, mesmo com oferta de nutrientes, o catabolismo proteico permanece aumentado e o balanço nitrogenado negativo¹.

Um achado comum entre os doentes críticos é o desenvolvimento da Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (SRIS)⁷, que pode ser desencadeada por infecção ou por condições não infecciosas (como a pancreatite, por exemplo)⁸ e potencializa a resposta do doente à agressão¹.

As várias alterações que ocorrem nas funções fisiológicas desses doentes, na sua grande maioria, reflectem a gravidade da doença⁹. Um dos métodos disponíveis para avaliação/pontuação da gravidade da doença, em cuidados intensivos, denomina-se “New Simplified Acute Physiology Score (SAPS II)”, sendo recomendada sua utilização nas primeiras 24h de internamento no SCI, podendo ser útil se avaliado diariamente¹⁰. Uma das

variáveis que constituem o SAPS II, a escala de coma de Glasgow (ECG), caracteriza a severidade do trauma, no início da hospitalização de doentes que sofreram traumatismo craniano. Ela é, ainda, usada de forma seriada, em doentes com disfunções neurológicas ¹¹.

As variáveis fisiológicas do doente crítico são, também, utilizadas em um outro instrumento, chamado “ Sequential Organ Failure Assessment (SOFA)”, com o objectivo de descrever a disfunção/falência orgânica, de maneira contínua e, assim, medir sua evolução ⁶.

Na prescrição médica de doentes internados no SCI, o uso de sedativos é considerado. Para avaliar os resultados obtidos com seu uso, ou seja, o grau de sedação, usa-se escalas de sedação ¹², como, por exemplo, a escala de Ramsay ¹³.

Alguns parâmetros bioquímicos apresentam os seus valores alterados, no doente crítico, ocorrendo por exemplo: redução dos níveis de colesterol total ^{7,14,15}; aumento da concentração da proteína C-reativa ^{1,7,16}; redução dos níveis da pré-albumina ¹⁷.

A resposta catabólica promove degradação de proteína muscular e consequente excreção de azoto. Para estimativa da perda proteica e avaliação da magnitude da resposta catabólica, usa-se o balanço azotado (ingestão – perdas) ¹⁸. O balanço azotado negativo está englobado na resposta metabólica do doente crítico ¹.

A ocorrência de redução do consumo de oxigénio causa aumento dos níveis de lactato, sendo esse aumento proporcional aos problemas no metabolismo oxidativo. Assim, os níveis de lactato podem ser úteis, por exemplo, na estratificação da severidade da doença, como marcador de hipoxia. Nos doentes críticos, os valores de referência tradicionais para o nível de lactato é de, no máximo, 2 mmol/L (em outros doentes é de $1\pm 0,5$ mmol/L) ¹⁹.

A contagem total linfocitária (CTL) é uma prova de imunocompetência. Não havendo doença ou tratamento imunossupressores, a CTL < 1500 mm³ é indicadora de função imune comprometida/desnutrição ^{17,20}. Factores não nutricionais como hipoalbuminemia, stresse metabólico, infecção, cancro, doenças crónicas ²⁰, hemorragia aguda, anestesia e cirurgia ²¹ afectam o valor da contagem total linfocitária.

1.2. Avaliação Nutricional no doente crítico

Dados de avaliação nutricional do doente crítico, na admissão ao SCI, são praticamente inexistentes. Nesses doentes, vários parâmetros de avaliação são afectados pela severidade da doença, pela resposta à doença, pelas terapias fornecidas, e pelas doenças crónicas que porventura existam. Pode ocorrer, por exemplo, expansão do espaço extravascular, o que faz com que o peso do doente se torne irreal³.

Quando os valores do peso e da altura não podem ser avaliados, há as alternativas de perguntá-los, ao doente ou ao parente mais próximo^{22,23}, e de estimá-los. Para a estimativa da altura, a medição da altura do joelho-calcanhar (AJC) é um método útil e os valores estimados por esse método têm-se mostrado altamente correlacionados com a altura medida com o indivíduo de pé¹⁷. Já o peso dos doentes pode ser estimado, por exemplo, por meio da aplicação dos valores da AJC e da circunferência do meio do braço (CMB) em equações, de acordo com a idade, o sexo e a raça²⁴.

Outro parâmetro de avaliação nutricional, a circunferência do meio da perna (CMP), também chamada circunferência da panturrilha, é considerada o parâmetro mais sensível de avaliação da massa muscular em idosos²⁵.

Para o doente crítico não há um parâmetro único de avaliação nutricional que seja o melhor³. O conhecimento de seu estado nutricional prévio é essencial²⁶.

1.3. O gasto energético no doente crítico e seus factores intervenientes

Existem três tipos de gasto energético: o gasto energético basal (GEB), o gasto energético de repouso (GER) e o gasto energético total ou diário (GET ou GED)²⁷. O gasto energético medido no doente crítico é considerado GER, devido às condições sob as quais é medido, não sendo respeitadas as condições restritas necessárias à medição do GEB²⁸.

O valor do GER é, aproximadamente, 10% acima do valor do GEB^{27,28,29}, sendo determinado pela massa não gorda. No caso do doente crítico, a relação entre a massa não gorda e o GER não é a mesma apresentada pelo indivíduo saudável, devido a outros tantos factores que influenciam esse gasto¹.

Devem ser, ainda, considerados o gasto energético relacionado à doença e aquele relacionado aos efeitos do tratamento a que sejam

submetidos ¹. A fisioterapia respiratória e os cuidados diários de enfermagem, por exemplo, podem causar aumento temporário no GER, da ordem de 20% a 35% o que, no entanto, representa um aumento abaixo dos 5% no GET ³⁰. O modo de administração da alimentação entérica também influencia o GER. A administração em bolus aumenta-o em 8% a 10%, o que não acontece com a administração contínua ³¹.

A resposta hipermetabólica é proporcional ao tipo e à gravidade da agressão. Pode-se observar, por exemplo, que em cirurgia electiva, o GER não sofre alteração ou é levemente aumentado, e que em queimados, pode aumentar até 200%. Essa resposta aumenta nos primeiros dias, pós agressão, e tanto o hipermetabolismo como o catabolismo proteico não são reduzidos ou evitados por nenhum tratamento disponível ³².

Quanto à severidade da doença, sabe-se que a relação entre os índices de gravidade e o grau de hipermetabolismo não é simples, devido a influência de outros factores, tais como o tempo de evolução e o estágio da doença ¹.

A ventilação mecânica é outro factor interveniente no GER, reduzindo-o ³³. Em estudos que avaliaram a influência de diferentes modos ventilatórios, observam-se diferentes resultados ^{34,35}.

Outro factor interveniente no gasto energético é a sedação ³⁶. Ela provoca redução do GER e do grau de metabolismo (relação GER/GEB) com o aumento do grau de sedação ³³.

Outra categoria de fármacos, catecolaminas, também exerce efeito sobre o GER, determinando seu aumento. O grau do aumento depende do fármaco usado. Enquanto a adrenalina apresenta o efeito máximo, a dobutamina apresenta o efeito mínimo ¹. A dose utilizada também faz diferença, já tendo sido demonstrado aumento do consumo de oxigénio e do débito cardíaco, de maneira dose-dependente ³³.

Vários autores procuram identificar a influência dos diversos factores no gasto energético, medindo-o por meio da calorimetria indirecta respiratória.

1.4. Calorimetria Indirecta Respiratória

O gasto de energia pode ser medido por diferentes métodos: método da água duplamente marcada e calorimetria directa (medem o GET); calorimetria indirecta circulatória e respiratória (medem o GER) ²⁷.

A calorimetria não é um método recente. O primeiro calorímetro humano foi desenvolvido por Atwater e Rosa, entre 1892 e 1899. No entanto, o uso da calorimetria indirecta respiratória (CIR) na determinação das necessidades energéticas de doentes graves em suporte nutricional entérico e parentérico se deu somente na década de 80³⁷. Actualmente, a CIR é considerada como o método de referência para a determinação do GER^{27,31,38}.

A CIR é o método que quantifica o gasto energético por meio da medição de trocas gasosas, ou seja, consumo de oxigénio (VO_2) e produção de dióxido de carbono (VCO_2), além da excreção de azoto³¹. Muitos pesquisadores não utilizam os valores do azoto apoiados nos achados de que a diferença no GER medido, utilizando ou não seu valor, é de menos de 2%³⁹.

Para a medição das trocas gasosas, são utilizados monitores metabólicos, dos quais o mais difundido foi o Deltatrac II (Datex-Ohmeda, Finlândia). Esse aparelho é do tipo sistema aberto, e mede o volume minuto (V_E) e as diferenças nas concentrações dos gases inspirados e expirados⁴⁰, de maneira instantânea²⁸. Pela análise da diferença na concentração dos gases, o aparelho determina o VO_2 , o VCO_2 e o GER^{40, 41}.

Outro parâmetro, fornecido pelo monitor metabólico, é o quociente respiratório (QR), determinado pela razão VCO_2 / VO_2 . O valor do QR é considerado dentro do intervalo fisiológico, quando entre 0,67 e 1,3^{28,42}.

Actualmente, a literatura científica sugere o uso do QR como indicador de intolerância do doente ao valor energético total fornecido e para validar a medição, indicando sua qualidade⁴².

Uma questão ainda controversa com relação à calorimetria indirecta é a duração da medição, para que o valor do GER medido represente o valor do GET. A medição realizada no período de 15 minutos, permite determinar o GET com erro de 4%. Já os valores obtidos de medições durante 5 minutos, desde que em *steady-state*^{*}, representam o valor do GET, sem necessidade de ajustes. No entanto, em doentes que não atinjam o *steady-state*, a duração da medição deve ser de 60 minutos ou até mesmo de 24h⁴². Zijlstra, et.al.⁴³ também analisaram a duração da medição e concluíram que uma medição

* Estado no qual, durante cinco minutos consecutivos, as variações nos valores do VO_2 e do VCO_2 são de menos de 10%⁴².

única de, no mínimo, 2h é o suficiente para determinar o valor do GET, não ocorrendo grave interferência do momento do dia em que seja feita.

Discute-se, também, a adequabilidade de se fornecer ao doente o valor do gasto energético indicado pela calorimetria, ou se esse valor se tornaria mais apropriado se sofresse alguma correcção^{28,42,43}. Segundo Rocha, et.al.⁴², era consenso recomendar a adição de 10% ao valor do GER de doentes críticos, como factor actividade, e que a proposta actual é a adição de 5%, somente em doentes cuja medição seja feita no momento pós-absortivo ou naqueles doentes que recebam alimentação em bolus. Em estudo citado por Rocha, et.al.⁴², o GER medido em doentes sob ventilação mecânica equivale ao GET, sem necessidade de correcções.

1.5.Equações preditivas na estimativa do gasto energético

Actualmente, existem várias equações para estimar o GER⁴⁴, desenvolvidas a partir de pesquisas sobre gasto energético, utilizando a CIR^{28,44}. Esse método estabeleceu-se como o mais usado no meio clínico^{31,44}. Algumas das equações disponíveis foram desenvolvidas a partir de dados recolhidos especificamente de doentes críticos⁴⁴. Apesar desse grande número de equações, as de Harris e Benedict continuam a ser as mais utilizadas, na prática clínica^{31,45, 46}.

Em 1919, J. Arthur Harris e Francis G. Benedict desenvolveram as primeiras equações para a estimativa do GEB, a partir de estudo com voluntários humanos saudáveis, com o emprego da CIR. Ainda hoje, essas equações são consideradas válidas e úteis. Apesar de terem sempre sido referidas como equações para a estimativa do GEB, elas estimam, na verdade, o GER, considerando a metodologia usada em seu desenvolvimento³¹. Em 1979, Long estabeleceu o uso de factores de stresse, nessas equações, para se considerar o hipermetabolismo dos doentes. No entanto, questiona-se a melhoria da estimativa do GER, com a aplicação desses factores³⁰.

Desde então, várias outras equações foram criadas, algumas delas específicas para o doente crítico, como as equações: de Swinamer (1990)^{38,44}; de Ireton-Jones (1992 e 1997)^{44,47}; de Penn-State (1998 e 2003)⁴⁴; e de Faisy (2003)^{35,48}.

Vários trabalhos compararam os valores do GER medidos com aqueles estimados por equações. A “American Dietetic Association (ADA)” reuniu um grupo de trabalho para analisar as evidências científicas, entre os anos de 1996 e 2006, e avaliar qual o método mais exacto para estimar o gasto energético de doentes críticos adultos, entre outros assuntos ⁴⁴.

O grupo analisou viés, precisão e exactidão das estimativas e considerou, em relação às equações escolhidas para aplicação no presente trabalho: que a equação de Ireton-Jones (1992) teve seu uso aceite em doentes obesos; que a equação de Penn-State (2003) teve seu uso aceite em doentes não obesos; e que as equações de Harris e Benedict e de Ireton-Jones (1997) não tiveram seu uso recomendado em doentes críticos. O grupo não chegou a nenhuma conclusão sobre a equação de Faisy (2003) devido à falta de estudo de validação, uma vez que este só se verificou em 2008. Além disso, o grupo questionou a exactidão das estimativas derivadas das equações de Ireton-Jones (1992) e de Swinamer (1990), em doentes críticos não obesos ⁴⁴.

1.6.O fornecimento efectivo de energia aos doentes críticos

Inicialmente há que se considerar que os doentes críticos têm menor tolerância ao jejum prolongado e são mais vulneráveis ao desenvolvimento rápido da desnutrição ¹. A desnutrição, como também outros factores, são capazes de danificar a barreira gastrointestinal, que, danificada, passa a produzir citocinas pró-inflamatórias capazes de desencadear falência orgânica. A nutrição entérica parece ter um papel importante na prevenção desses danos, com alguns estudos sugerindo benefícios decorrentes do uso desse tipo de suporte nutricional ⁴⁹.

Relativamente à quantidade de nutrição entérica a ser fornecida ao doente, as últimas recomendações da European Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN), do ano de 2006, não indicam nenhum valor específico, essa deve ser ajustada à situação clínica e à tolerância gastrointestinal dos doentes ⁵⁰.

Para que os objectivos do suporte nutricional sejam alcançados, alguns autores questionam se é imprescindível que os doentes recebam efectivamente a quantidade de energia estabelecida como meta. Nesse contexto, há

pesquisadores contra e a favor da oferta de dieta hipoenergética aos doentes críticos⁵¹. Não há consenso sobre o percentual adequado de energia a ser fornecido^{49,51,52}, uma vez que a relação entre ingestão entérica óptima e resultados clínicos importantes ainda não foi estabelecida⁵³.

A adequação do fornecimento de energia é avaliada por meio de intervalos percentuais. O número de doentes no intervalo percentual considerado adequado mostra-se dependente do tipo de suporte nutricional utilizado^{52,54}.

O presente trabalho procurou encontrar uma alternativa viável e prática para a estimativa das necessidades energéticas de doentes críticos, em situações nas quais não existam o método de referência e informações sobre o peso actual do doente, no momento anterior à admissão nos cuidados intensivos, além de conhecer a situação do fornecimento efectivo de energia aos doentes comparado ao seu gasto energético medido.

Assim, este trabalho tem como objectivos:

- ✓ Verificar a adequabilidade da utilização do peso referido e do peso estimado de doentes críticos, em equações preditivas do gasto energético referenciadas na literatura científica, identificando a equação com melhores resultados, tendo como parâmetro de avaliação o gasto energético obtido pela calorimetria indirecta;
- ✓ Procurar identificar alguns dos parâmetros clínicos, bioquímicos e antropométricos associados significativamente ao valor do gasto energético, na amostra estudada;
- ✓ Avaliar a quantidade de energia efectivamente fornecida ao doente (ingestão de energia), em comparação com o gasto de energia obtido pela calorimetria indirecta.

2. Material e método

Neste trabalho observacional prospectivo, foram estudados 22 doentes críticos, admitidos no Serviço de Cuidados Intensivos 1 do Centro Hospitalar do Porto – Hospital Geral de Santos António, Porto – Portugal, no período de Fevereiro a Junho de 2008. A Comissão de Ética do hospital aprovou a realização do estudo.

Foram incluídos no estudo doentes adultos, de ambos os sexos, sob ventilação mecânica, com previsão de internamento de pelo menos três dias, e com diferentes diagnósticos, por ser um Serviço de Cuidados Intensivos (SCI) polivalente. Os doentes foram incluídos de forma aleatória. Em momento algum, a realização desta pesquisa interferiu ou alterou a rotina de trabalho da Unidade, bem como não interferiu na terapêutica aplicada aos doentes.

Os dados foram recolhidos em protocolo elaborado, especificamente, para esta pesquisa.

O facto de haver somente um aparelho de calorimetria restringiu o número potencial de doentes na amostra, bem como o número de medições do gasto energético efectuadas. O monitor metabólico Deltatrac II MBM-200 (Datex-Ohmeda, Finlândia) foi o aparelho utilizado. Todas as medições foram realizadas pelo pesquisador responsável na instituição (co-orientador deste trabalho), devido sua experiência e domínio da técnica, limitando a introdução de erros operador-dependente. Os doentes foram medidos todos os dias possíveis, no período entre a admissão ao SCI (dia 1 de internamento) até o sétimo dia de internamento. As medições foram efectuadas de maneira contínua, e procurou-se obter a duração mínima de 6h.

Neste trabalho, procurou-se medir o GER pelo maior tempo possível e que, ao mesmo tempo, permitisse medir o maior número de doentes possível. Todos os doentes foram medidos uma só vez a cada dia. As medições ocorreram no decorrer do dia, não tendo sido estabelecido período específico para tal.

No momento da obtenção dos parâmetros fornecidos pelo monitor (VO_2 , VCO_2 , QR e GER), foram, também, obtidos os seguintes dados:

- Hora de início e fim (duração) da medição;
- Escala de Coma de Glasgow;

- Escala de Ramsay;
- Modo ventilatório;
- Volume corrente (VT), em ml;
- Frequência respiratória (FR), em incursões/minuto; e
- FiO₂.

Foram obtidas, junto do parente mais próximo, informações relativas à altura e ao peso do doente (altura e peso referidos). Os valores dos parâmetros bioquímicos foram anotados, nos dias em que ocorreram as medições pela CIR, sendo eles: colesterol total; proteína C-reativa; pré-albumina; lactato; ureia urinária; leucócito; e percentual de linfócitos. Os valores de lactato foram obtidos da gasimetria arterial, realizada por volta das 9h da manhã. Os demais parâmetros foram obtidos das análises laboratoriais de rotina.

Os valores de ureia urinária foram convertidos para os de azoto. A partir dos valores de leucócito e percentagem de linfócitos calculou-se a contagem total linfocitária (CTL), por meio da fórmula ¹⁷:

$$\text{CTL (células/ mm}^3\text{)} = (\text{Leucócito} \times \% \text{ linfócitos}) / 100$$

A partir dos valores de VT e FR, calculou-se o volume minuto (VE) por meio da fórmula ⁵⁵:

$$\text{VE (Litros/minuto)} = \text{VT (Litros)} \times \text{FR (incursões/minuto)}$$

As medições dos parâmetros antropométricos foram realizadas, no máximo, até 48h após a admissão ao SCI, com os doentes na posição supina, nos membros do lado esquerdo, em conformidade com os métodos descritos por Lee e Nieman ²⁴, utilizando-se fita métrica flexível, exceção para o comprimento do ante-braço, feito conforme descrito pela “British Association for Parenteral & Enteral Nutrition (BAPEN)” ⁵⁶:

- Circunferência do meio do braço (CMB);
- Comprimento do ante-braço (CoAB);
- Altura do joelho-calcanhar (AJC); e
- Circunferência do meio da perna (CMP).

Nos doentes que apresentavam edema nos membros superiores, a medição da CMB foi repetida, após 7 dias, sendo utilizada, no trabalho, a de menor valor.

Os parâmetros medidos foram escolhidos por fazerem parte daqueles utilizados em avaliação nutricional e/ou por permitirem a estimativa de outros parâmetros, como o peso e a altura. A CMB e a AJC foram aplicadas nas equações de Lee e Nieman²⁴ para a obtenção do peso estimado (**quadro 1**).

Quadro 1. Equações para estimativa do peso, a partir da altura do Joelho-calcanhar e da CMB

Sexo e Raça	Idade	Equações
Mulheres Brancas	6 – 18	$(AJC \times 0,77) + (CMB \times 2,47) - 50,16$
	19 – 59	$(AJC \times 1,01) + (CMB \times 2,81) - 66,04$
	60 – 80	$(AJC \times 1,09) + (CMB \times 2,68) - 65,51$
Homens Brancos	6 – 18	$(AJC \times 0,68) + (CMB \times 2,64) - 50,08$
	19 – 59	$(AJC \times 1,19) + (CMB \times 3,21) - 86,82$
	60 - 80	$(AJC \times 1,10) + (CMB \times 3,07) - 75,81$

Fonte: Lee RD, Nieman DC. Assessment of the hospitalized patient. In: Nutritional Assessment. New York: McGraw Hill. 2007, Cap.7, p.233.

O peso teórico ideal ou peso teórico de referência foi estimado pela média aritmética da equação da “Metropolitan Life Insurance Company” e da equação de Butheau:

$$[50 + 0,75 \times (\text{altura} - 150)]^{57}$$

$$[0,8 \times (\text{altura} - 100 + \text{idade} / 2)]$$

Com relação à segunda equação (equação de Butheau), ressalta-se que: quando a idade do doente é acima de 45 anos, o valor dessa variável torna-se constante; e que quando o doente é do sexo feminino, subtrai-se 5% ao valor encontrado.

Em todas as equações, foi utilizada a altura referida, tendo esses dois métodos de estimativa do peso sido escolhidos por considerarem variáveis específicas, como o sexo, a raça e a idade.

Para a estimativa da altura, foram utilizadas as medidas do CoAB e da AJC conforme, respectivamente, as orientações da BAPEN ⁵⁶ e as equações contidas no **quadro 2**.

Com a altura e o peso referidos foi calculado, ainda, o Índice de Massa Corporal (IMC referido) dos doentes.

Quadro 2. Equações para estimativa da altura por meio da altura do joelho-calcanhar

Sexo e raça	Idade	Equação
Homens brancos	18 – 60*	$(1,88 \times \text{AJC}) + 71,85$
	60 – 80*	$(2,08 \times \text{AJC}) + 59,01$
	60 – 90* ¹	$[64,19 - (0,04 \times \text{idade}) + (2,02 \times \text{AJC})]$
Mulheres brancas	18 – 60*	$(1,87 \times \text{AJC} - 0,06 \times \text{idade}) + 70,25$
	60 – 80*	$(1,91 \times \text{AJC} - 0,17 \times \text{idade}) + 75,00$
	60 – 90* ¹	$84,88 - (0,24 \times \text{idade}) + (1,83 \times \text{AJC})]$

Fonte: * Heymsfield SB, Baumgartner RN, Pan S-F. Nutritional Assessment of malnutrition by anthropometric methods. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC [editores] Modern Nutrition in Health and Disease. Baltimore: Williams & Wilkins. 1999, cap.56, p. 910

*¹ Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. J.Am.Geriatr.Soc. 1985; 33(5): 116-20.

Outra variável necessária, neste trabalho, foi a área de superfície corporal (ASC). Para cada doente foram obtidos três valores, considerando sempre a altura referida. Foram diferenciadas pelo peso utilizado no cálculo: peso referido e pesos estimados pelos dois métodos supracitados. Os valores da ASC, necessários para a estimativa do gasto de energia dos doentes, pela equação de Swinamer, foram calculados utilizando-se a fórmula de DuBois e DuBois ⁵⁸.

A partir das folhas de registo da enfermagem, foram obtidos os seguintes parâmetros:

- Balanço hídrico (para auxiliar o reconhecimento da existência de edema);
- Uso de aminas vasoactivas (noradrenalina e dobutamina), sedativos (propofol, midazolam e tiopental) e morfina;

- Temperatura corporal horária (para obtenção da temperatura máxima e cálculo da média da temperatura do doente, ambas durante a CIR);
- Temperatura máxima, no dia anterior à CIR;
- Data de início do suporte nutricional, enquanto no SCI, para identificação dos dias de alimentação. Aqui, foi considerada a data de início de nutrição entérica ou parentérica;
- Tipo e volume infundidos de dieta, bem como volumes de soro glicosado e de propofol infundidos, para cálculo da quantidade de energia total, efectivamente fornecida aos doentes.

A “energia extra” fornecida pelo soro glicosado e pelo propofol foi considerada no cálculo do fornecimento total de energia. Contudo, quando eram as únicas fontes de energia, os seus valores não foram considerados.

Dos processos clínicos, foram obtidos os demais dados necessários ao estudo:

- Data de nascimento, para obtenção da idade;
- Sexo;
- Data de internamento e alta do SCI;
- Motivo de admissão no SCI;
- Escala de Coma de Glasgow na admissão ao SCI.

Foram ainda obtidas as variáveis necessárias para o cálculo dos índices SAPS II ¹⁰ e SOFA ⁵⁹ na admissão e em todos os dias em que houve medição do gasto energético pela CIR.

O gasto energético fornecido pelo monitor metabólico foi considerado o gasto/ necessidade de energia do doente nas 24h, sem nenhum tipo de ajuste sobre o valor, com base no citado por Rocha, et.al.⁴² e na afirmação que “ a Organização Mundial de Saúde recomenda basear as necessidades nutricionais no gasto energético” (Zijlstra, et.al.⁴³, 2007, p.250). As medições, após o início do suporte nutricional, foram realizadas com os doentes recebendo nutrição contínua.

Foi dada atenção a alguns factores e algumas condições capazes de afectar a medição do GER, para que fossem evitados e a avaliação do GER não considerada, e assim, os parâmetros medidos pela CIR pudessem ser considerados fidedignos^{28,60}:

- ✓ $FiO_2 \geq 60\%$;
- ✓ Fuga de gás no circuito ventilatório;
- ✓ Pool instável de bicarbonato (para evitar que o VCO_2 medido não reflectisse o metabolismo do doente, devido alterações no perfil ácido-base)
- ✓ Medições durante e após inalação de anestésicos;
- ✓ Hiperventilação, hipoventilação, correcção de acidose metabólica;
- ✓ Medições: durante sessões de hemodiálise, por ocorrer difusão de dióxido de carbono pela membrana de diálise; em doentes sob administração de lactulose, por esta sofrer fermentação pelas bactérias do cólon, produzindo dióxido de carbono; e em doentes portadores de fístula bronco-pleural com drenagem de tórax, por haver perda dos gases a serem medidos.

O monitor metabólico foi calibrado (gás e pressão), sempre antes de cada medição, com a mistura de gases indicada pelo fabricante do aparelho (95% O_2 e 5% CO_2)⁴¹. Quando havia a necessidade de alteração da FiO_2 , a medição era finalizada.

O QR foi usado para avaliar a qualidade da medição. As medições que apresentaram valor de QR fora do intervalo fisiológico (0,67 – 1,3)^{28,42} foram excluídas.

Os valores do GER foram analisados em subgrupos da amostra, considerando os parâmetros: sexo; IMC; Escala de Coma de Glasgow na admissão ao SCI; modo ventilatório; uso de certos fármacos (noradrenalina, dobutamina, sedativos e morfina) durante a medição do GER; e grau de sedação.

Para a estimativa do gasto energético/ necessidade de energia, foram consideradas cinco equações, todas referenciadas e validadas na literatura científica. Em cada uma delas, foram utilizados os três tipos de peso, com o intuito de verificar qual das equações, com qual tipo de peso, estima de forma

mais exacta as necessidades de energia medidas pela CIR. Nas equações em que foi necessária a utilização do valor da altura, esta foi sempre a referida.

Equações de Harris e Benedict (1919) ^{38,48}:

Homens: $GEB = 66,47 + (13,75 \times P) + (5 \times A) - (6,76 \times I)$

Mulheres $GEB = 665,1 + (9,56 \times P) + (1,85 \times A) - (4,68 \times I)$

Sendo: P, peso (Kg); A, altura (cm); I, idade (anos).

Equação de Swinamer (1990) ⁴⁴:

$(945 \times ASC) - (6,4 \times I) + (108 \times t) + (24 \times FR) + (817 \times VT) - 4349$

Sendo: ASC, área de superfície corporal (m²); I, idade (anos); t, temperatura corporal (°C); FR, frequência respiratória (incursões/minuto); VT, volume corrente (Litros).

Equação de Ireton-Jones (1992) ⁴⁴:

$(P \times 5) - (I \times 10) + (S \times 281) + (T \times 292) + (Q \times 851) + 1925$

Sendo: P, peso (Kg); I, idade (anos); S, sexo (masculino=1, feminino=0); T, trauma (presente=1, ausente=0); Q, queimadura (presente=1, ausente=0).

Equação de Penn-State (2003) ⁴⁴:

$(GEB \times 0,85) + (V_E \times 33) + (t_{Máx} \times 175) - 6433$

Sendo: GEB calculado pelas equações de Harris e Benedict (kcal/dia); V_E, volume minuto (L/min); t_{Máx}, temperatura corporal máxima(°C) nas 24h anteriores.

Equação de Faisy (2003) ^{35,48}:

$(8 \times P) + (14 \times A) + (32 \times V_E) + (94 \times t) - 4834$

Sendo: P, peso (Kg); A, altura (cm); V_E, volume minuto (L/min); t, temperatura corporal (°C).

Relacionado com as variáveis utilizadas, as equações de Harris e Benedict e a de Ireton-Jones estimaram sempre o mesmo valor para as necessidades de energia.

Com as demais equações foi possível estimar a necessidade de energia específica para cada dia de medição.

A existência de viés nas estimativas, favorecendo a subalimentação ou a sobrealimentação, foi avaliada por meio do Intervalo de Confiança (IC) a 95% da diferença média entre os valores medidos e estimados. Quando, nesse IC, o

número “zero” estava incluído, a equação foi considerada sem viés, conforme descrito por Frankenfield, et.al.⁶¹.

Na avaliação da exactidão das equações preditivas, considerou-se o número de estimativas, obtidas por cada uma delas, com valores no intervalo de $\pm 10\%$ do GER medido^{38,44,61}. Quando os valores das estimativas se encontravam fora desse intervalo, estas foram consideradas inexactas^{38,44,61,62} e clinicamente inaceitáveis⁶². Avaliou-se, também, em cada equação, o número de estimativas com valores abaixo e acima, respectivamente, de -15% e $+15\%$ do GER medido, o que caracteriza grandes erros⁶¹.

Os parâmetros medidos pela CIR possuem várias aplicações clínicas. Uma delas, a caracterização do estado metabólico ou grau de metabolismo do doente, foi utilizada neste estudo. O grau de metabolismo foi avaliado por meio da razão entre o GER estimado pelas equações de Harris e Benedict, utilizando peso e altura referidos, e aquele avaliado pela CIR. O hipometabolismo foi caracterizado por valores de GER, avaliados pela CIR, abaixo de 90% dos valores estimados, e o hipermetabolismo por valores de GER avaliados, acima de 110% dos estimados. Quando os valores avaliados se encontraram entre 90% e 110%, os doentes foram considerados normometabólicos²⁸.

O GER foi, também, analisado após ajuste para o peso referido do doente (Kcal/ kg), comparando-o com as recomendações do “American College of Chest Physicians (ACCP)” de 25 Kcal/kg de peso⁶².

Com o intuito de identificar alguns dos parâmetros antropométricos, bioquímicos e clínicos que apresentavam associação com o gasto energético, na amostra estudada, avaliou-se a correlação entre o GER avaliado pela CIR e os valores dos seguintes parâmetros⁶³: lactato; escala de Ramsay; escala de Coma de Glasgow (durante as medições); doses de noradrenalina, morfina, dobutamina e sedativos; índices SAPS II e SOFA; temperaturas; FR; VT; VE; colesterol total; proteína C-reactiva; pré-albumina; azoto; CTL; idade; parâmetros antropométricos e Escala de Coma de Glasgow na admissão.

Na avaliação do fornecimento efectivo de energia, neste trabalho, considerou-se a quantidade fornecida via nutrição entérica ou parentérica, adicionada à quantidade fornecida pelo soro glicosado e pelo propofol infundidos, somente dos dias em que ocorreu medição do GER pela CIR.

A quantidade de energia efectivamente fornecida aos doentes, por cada fonte acima mencionada, foi considerada como a adição dos valores obtidos pelos cálculos abaixo:

- ✓ Volume de dieta fornecido (ml) x a quantidade de energia por ml indicada no rótulo do produto;
- ✓ Quantidade de glicose infundida pelos soros glicosados (g), com base na sua concentração x 3,4 kcal/ g ⁶⁴;
- ✓ Volume de propofol infundido (ml) x 1,1 kcal/ ml ^{64,65}.

Com base na necessidade (gasto energético) medida pela CIR, foi calculada a quantidade percentual de energia efectivamente fornecida aos doentes, nos diferentes dias de alimentação. O dia de início do suporte nutricional foi considerado dia 1 de alimentação, independente do dia de internamento.

Foram analisadas as percentagens de fornecimento efectivo de energia, nos dias em que houve medição do GER. Na avaliação da adequação do fornecimento de energia, foram consideradas as percentagens a partir do terceiro dia de alimentação mas, foram mostrados, também, os resultados relacionados aos demais dias. O fornecimento de energia no primeiro e no segundo dia de suporte nutricional não foi considerado devido à recomendação de se iniciar o suporte nutricional precocemente, 24 a 48h após a admissão ao SCI ⁵⁰, e de se alcançar a meta de oferta de energia de maneira breve, mas gradativa⁶⁶. Considerando essas orientações, no primeiro e no segundo dia de alimentação, os doentes estão sem receber dieta ou em fase de progressão da mesma e, conseqüentemente, sem alcançar os 100% da meta de energia estipulada.

Os intervalos percentuais para análise do fornecimento efectivo de energia, considerados neste estudo, foram os mesmos utilizados por Engel, et.al. ⁵² e Reid ⁴⁵:

- Abaixo de 80% do GER medido - subalimentação;
- Entre 80% e 110% do GER medido – oferta adequada;
- Acima de 110% do GER medido – sobrealimentação.

Foram analisadas 60 avaliações (N_a) realizadas em 22 doentes (N). Assumiu-se como independentes as medições de cada doente, em cada dia.

Na comparação das médias dos valores referidos ou avaliados com aqueles estimados, utilizou-se o teste t-student para amostras emparelhadas. Na comparação das médias do GER medido (Kcal) ou do GER medido e ajustado para o peso referido (Kcal/ kg), entre subgrupos da amostra, utilizou-se o teste t-student para amostras independentes (quando os parâmetros considerados deram origem a dois subgrupos) ou o teste ANOVA (quando os parâmetros considerados deram origem a três subgrupos) ⁶³.

Para medir o grau de associação entre duas variáveis foram utilizados os coeficientes de correlação de Pearson (P) ou de Spearman (ρ), na dependência da distribuição das variáveis ⁶³. A interpretação dos resultados foi feita com base nos intervalos de valores descritos por Finney ⁶⁷.

A qualidade das estimativas foi avaliada por meio do “root mean square (RMS)”. Na análise com o RMS, os seguintes valores foram considerados como diferenças máximas aceitáveis: 250 Kcal, nas estimativas do GER ⁶²; 10 kg, nas estimativas do peso; e 5 cm, nas estimativas da altura.

Na comparação do GER avaliado e ajustado para o peso referido (Kcal/kg) com a recomendação da “ACCP” e na análise da adequação do fornecimento de energia, utilizou-se a estatística descritiva.

A análise estatística foi feita com auxílio dos *softwares* Excell 2007 (Microsoft Corp., EUA) e SPSS 14.0 (SPSS Inc., EUA). Na análise dos dados, considerou-se sempre como nível de significância $p < 0,05$.

3.Resultados

O presente estudo, observacional e prospectivo, avaliou uma amostra de 22 doentes críticos adultos, sob ventilação mecânica. A média de idade foi de 60 ($\pm 18,6$) anos, e a maioria do sexo masculino (59%). Na análise da média e do desvio-padrão da Escala de Coma de Glasgow, na admissão ao SCI, considerou-se apenas os valores dos doentes neurocirúrgicos.

Neste estudo, os doentes neurocirúrgicos constituíram a maior parte da amostra (77,3%).

Tabela 1. Distribuição da amostra segundo idade e índices de gravidade

Variáveis	N	Média \pm DP
Idade	22	60,23 \pm 18,57
SAPS II admissão SCI	22	47 \pm 15,34
SOFA admissão SCI	22	8 \pm 3,21
Escala Coma Glasgow admissão SCI	17	10 \pm 3,68

Tabela 2. Distribuição da amostra segundo sexo e motivo de admissão

Variáveis	N (%)
Sexo	
Masculino	13 (59,1)
Feminino	9 (40,9)
Motivo de admissão	
Médico	1 (4,5)
Cirúrgico	4 (18,2)
Neurocirúrgico com TCE	8 (36,4)
Neurocirúrgico sem TCE	9 (40,9)

Tabela 3. Dados antropométricos da amostra

Variáveis	N	Média ± DP
Peso referido (kg)	22	73,02 ± 16,73
Peso estimado LN (kg)	22	71,34 ± 10,61
Peso estimado PTI (kg)	22	64,41 ± 7,37
Altura referida (cm)	22	165 ± 8,51
Altura estimada AJC (cm)	22	161 ± 8,54
Altura estimada CoAB (cm)	22	174 ± 7,06
IMC referido (kg/ m ²)	22	26,8 ± 6,13
CMB (cm)	22	30,8 ± 3,29
CMP (cm)	22	34,3 ± 2,74

Onde: LN, Lee e Nieman; PTI, peso teórico ideal.

O peso referido dos doentes foi, em média, superior aos estimados tanto pelas equações de Lee e Nieman (LN) ²⁴, como pelas equações utilizadas para o cálculo do peso teórico ideal (PTI). Com relação à altura, em média, os maiores valores foram aqueles estimados pelo comprimento do ante-braço (CoAB), quando comparados à altura referida.

O IMC médio da amostra, calculado a partir do peso e da altura referidos (IMC referido), apresentou o valor individual mínimo e máximo, respectivamente, de 18,8 kg/m² e de 46,6 kg/m².

Tabela 4. Comparação entre o peso referido e os pesos estimados

Variáveis	N	R	p	Diferença média (kg)	p	RMS (P _{RMS} >10kg)
Peso referido (kg) X Peso LN (kg)	22	0,63	0,002	1,69	0,550	12,8 (0,021)
Peso referido (kg) X Peso PTI (kg)	22	0,27	0,228	8,61	0,022	18,2 (< 0,001)

Na amostra estudada, o peso estimado pelas equações de Lee e Nieman ²⁴ apresentou melhor correlação, moderada e significativa (R= 0,63; p=0,002), e menor diferença média (1,69kg) para o peso referido, comparado ao peso estimado pelas equações do peso teórico ideal. Na estimativa do peso por meio das equações de Lee e Nieman ²⁴, pode-se esperar diferenças

individuais da ordem de 12,8 kg. Esta diferença é significativa ($p=0,021$) se considerado até 10kg como diferença aceitável.

Tabela 5. Comparação entre a altura referida e as alturas estimadas

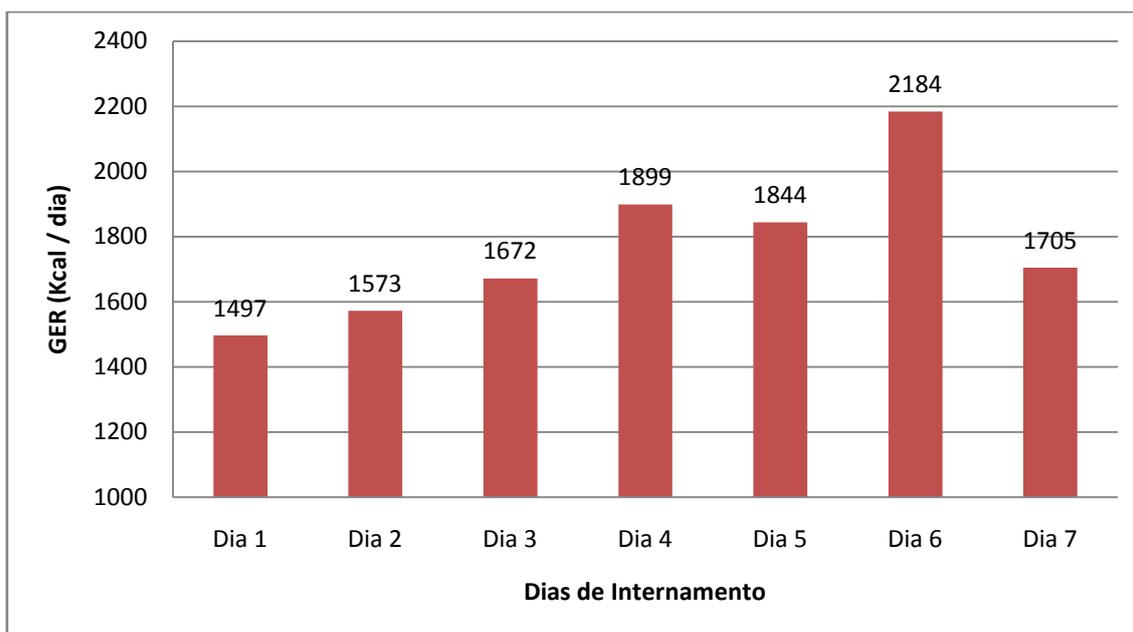
Variáveis	N	R	p	Diferença média (cm)	p	RMS ($p_{RMS} > 5cm$)
Altura referida (cm) X Altura AJC (cm)	22	0,77	0,000	4,11	0,003	7,0 (0,003)
Altura referida (cm) X Altura CoAB (cm)	22	0,71	0,000	- 8,36	0,000	13,3 ($< 0,001$)

A altura estimada pela altura do Joelho-Calcanhar (AJC) foi a que apresentou menor diferença média (4,11cm) e melhor correlação, com significância estatística, comparada à altura referida. Com a estimativa da altura utilizando-se a AJC, pode-se esperar diferença individual da ordem de 7,0 cm, valor significativo ($p=0,003$) se considerado até 5 cm como diferença aceitável.

Tabela 6. Número de avaliações do GER (N_a), por dia de internamento

	Dia de Internamento							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
N_a	3	12	12	14	10	5	4	60
(%)	(5)	(20)	(20)	(23,3)	(16,7)	(8,3)	(6,7)	(100)

Na amostra de doentes estudada, foi possível obter o total de 60 avaliações/medições do GER (N_a), durante o tempo que permaneceram internados no SCI, considerando o período entre o primeiro e o sétimo dia de internamento. Do total de 71 medições realizadas, 11 foram excluídas por apresentarem QR abaixo de 0,67.

Gráfico 1. Média do GER, por dia de internamento**Tabela 7.** Variáveis referentes à monitorização metabólica (CIR)

Variáveis	N _a	Média ± DP
GER (Kcal/dia)	60	1770 ± 528,93
VO ₂ (ml/min)	60	268 ± 82,65
VCO ₂ (ml/min)	60	199 ± 54,65
QR	60	0,77 ± 0,08
FiO ₂ (%)	60	47 ± 0,06

Não foi observado QR com valor igual ou acima de 1,0 em nenhuma medição realizada.

Tabela 8. Dados bioquímicos da amostra, nos dias de avaliação do GER

Variáveis	N _a	Média ± DP	Extremos	IR *
Colesterol Total (mg/dL)	21	115,57 ± 36,80	41; 176	até 200
Proteína C-reactiva (mg/L)	45	119,16 ± 80,43	8; 285	0,0 - 5,0
Pré-albumina (mg/L)	20	126,35 ± 57,30	39; 292	200- 400
Lactato (mmol/L)	60	2,05 ± 1,08	0,63; 7,49	0,5 - 2,0
Azoto (g/dia)	14	13,33 ± 4,93	6; 25	9,4 -16,5
CTL (células/ mm ³)	60	1168,67 ± 634,32	139,92; 3382	

* Intervalos de Referência, de acordo com o laboratório do hospital

O nível de lactato apresentou valor mediano (1,78 mmol/L) abaixo do valor máximo de referência tradicional para os doentes críticos (2 mmol/L) ¹⁹. Os níveis de proteína C-reativa e azoto apresentaram valores medianos, respectivamente, de 121,3 mg/L e 13,9 g/dia. No entanto, foram observados casos de valores individuais bem acima do valor máximo de referência, conforme o valor extremo superior observado nos níveis de proteína C-reativa, de lactato e de azoto.

Não foi possível obter os valores de todos os parâmetros bioquímicos, em todos os dias de medição do GER, com excepção dos valores de lactato e CTL.

Tabela 9. Dados clínicos da amostra, nos dias de avaliação do GER

Variáveis	N _a	Média ± DP
SAPS II	60	46 ± 12,05
SOFA	60	7 ± 3,14
T° média durante medição (°C)	60	37,2 ± 0,8
T° máxima em 24h (°C)		
Dia da medição	60	37,8 ± 1,0
Dia anterior à medição	60	37,8 ± 0,8
Frequência Respiratória (incursões/minuto)	60	18 ± 3,77
Volume corrente (ml)	60	514 ± 106,1
Volume minuto (ml/min.)	60	9 ± 2,35
Balanço Hídrico	59	452,6 ± 1799,7

Um facto a destacar sobre a temperatura é que as médias das temperaturas máximas do dia da medição e daquelas do dia anterior foram idênticas.

Nos dias de medição, os doentes que estavam em uso de sedação, apresentaram para a escala de Ramsay (N_a= 39) um valor mediano de 6. A escala de Coma de Glasgow (N_a= 21) foi considerada somente nos dias em que o GER dos doentes foi medido sem o uso de sedação, para que esta não interferisse na avaliação do índice, o qual apresentou valor mediano de 10.

O balanço hídrico foi considerado somente em 59 avaliações porque um doente, em um dos dias de medição, não teve a folha de enfermagem completa por motivo de alta do serviço.

Tabela 10. Comparação do GER, em subgrupos da amostra, considerando a média do GER de cada doente para o período estudado

Subgrupos	N	GER Média ± DP	p
Sexo			
Masculino	13	1969 ± 431,91	0,003
Feminino	9	1408 ± 348,89	
IMC			
< 25,0	10	1750 ± 417,38	0,924
≥ 25,0	12	1730 ± 549,15	
Escala Coma Glasgow admissão SCI			
≤ 8 (severo)	8	1692 ± 306,44	0,575
9 – 12 (moderado)	5	1945 ± 697,19	
> 12 (leve)	9	1667 ± 501,13	

O GER dos homens mostrou-se significativamente maior do que o das mulheres.

Não foi encontrada diferença entre as médias do GER dos doentes com IMC adequado (< 25,0), e as dos doentes com IMC indicativo de sobrepeso e obesidade (≥ 25,0) (p=0,924).

A Escala de Coma de Glasgow (ECG) na admissão ao serviço, também, não influenciou a média do GER dos doentes. Estes intervalos de valores da ECG foram utilizados para auxiliar a análise dos dados e para caracterizar o grau de disfunção neurológica dos doentes.

Ao analisar a **tabela 11**, verifica-se que, na amostra estudada, houve diferença significativa no GER com o uso de dobutamina e o uso de sedativos. Nos doentes que utilizaram dobutamina e sedativos, o GER foi menor do que nos doentes que não fizeram uso desses fármacos.

Os demais factores considerados (modo ventilatório, uso de noradrenalina e de morfina) não influenciaram significativamente a média do GER.

Tabela 11. Comparação do GER, em subgrupos da amostra, considerando cada medição efectuada

Subgrupos	N _a	GER Média ± DP	p
Modo ventilatório			
Volume controlado	41	1728 ± 567,87	0,657
Pressão assistida	16	1872 ± 466,78	
Assistida/Controlada	3	1797 ± 221,44	
Uso, durante medição			
Noradrenalina			0,548
Sim	29	1813 ± 563,60	
Não	31	1729 ± 500,27	
Dobutamina			0,023
Sim	4	1313 ± 264,24	
Não	56	1802 ± 529,17	
Sedativos			0,037
Sim	39	1768 ± 578,95	
Não	21	1773 ± 434,12	
Morfina			0,672
Sim	19	1812 ± 505,99	
Não	41	1750 ± 544,27	

Onde: N_a, número de avaliações do GER

Tabela 12. Comparação do GER entre os graus de sedação, segundo a escala de Ramsay e a classificação utilizada por Terao, et.al³³

Grau de sedação	N _a	GER (Kcal/dia) Média ± DP	p	GER Mínimo	GER Máximo
Leve (2 - 3)	2	2160 ± 480,83	0,033	1820	2500
Moderada (4)	10	2117 ± 650,01		1030	3020
Pesada (5 - 6)	27	1610 ± 500,02		940	2780

Ao analisar a média do GER dos doentes divididos de acordo com o grau de sedação avaliado pela escala de Ramsay e pela classificação de Terao, et.al³³, observa-se que conforme o grau de sedação aumentou, o GER reduziu. O grau de sedação determinou diferença significativa entre as médias do GER ($p=0,033$), com o aumento do grau de sedação levando à redução no valor do GER. O grau de sedação apresentou correlação inversa e significativa, porém fraca, com o GER medido ($\rho = -0,39$; $p = 0,014$).

Foram efectuadas 21 medições do GER sem o uso de sedação ($1773 \pm 434,12$ Kcal/dia). O valor mínimo observado foi de 1090 Kcal/dia, e o máximo de 2460 Kcal/dia.

A diferença no gasto energético segundo o motivo de admissão não foi avaliada, nesse estudo, porque a maioria da amostra (77,3%) foi constituída por doentes com a mesma classe de admissão (neurocirúrgicos).

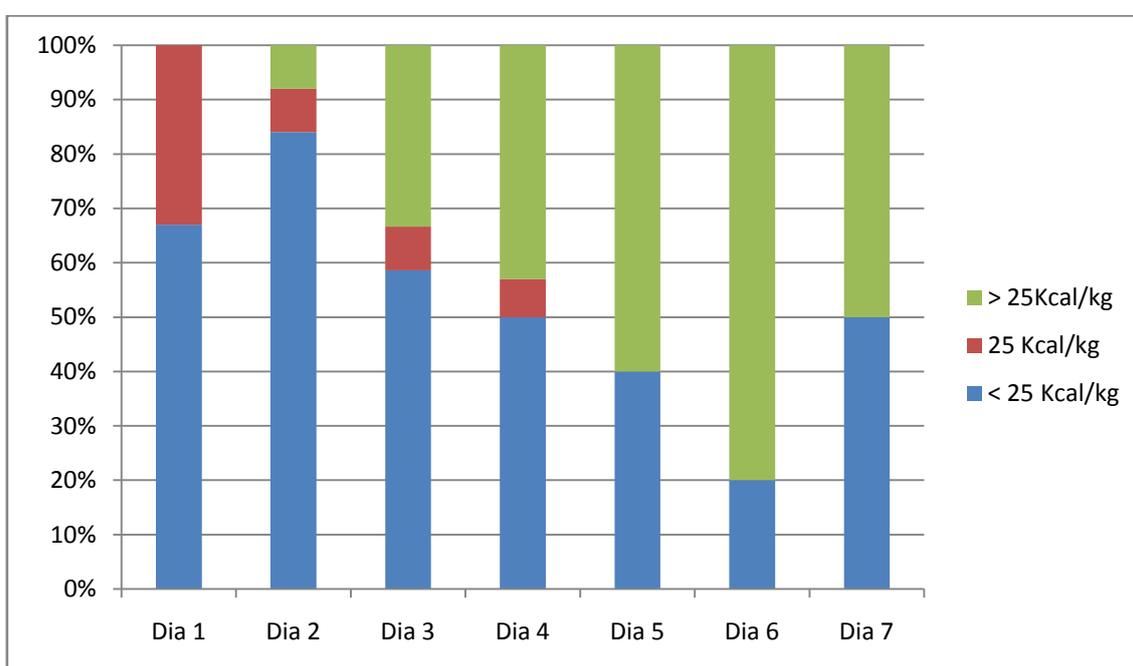
Tabela 13. Análise do GER de acordo com o IMC

IMC	N	GER (Kcal/kg) Média ± DP	p
< 25,0	10	27,7 ± 5,65	0,008
≥ 25,0	12	21,1 ± 4,49	

Quando o gasto/necessidade de energia (GER) foi ajustado para o peso referido e avaliado de acordo com o IMC, observou-se que, em média, o GER foi menor, quando da indicação de sobrepeso e obesidade ($IMC \geq 25,0$). A diferença média, entre os grupos, foi de 6Kcal/ kg, diferença esta significativa ($p < 0,001$).

Ajustando o valor do GER para o peso referido dos doentes (Kcal/kg peso), pôde-se observar que a recomendação da ACCP de 25 Kcal/Kg peso não seria adequada para estimar as necessidades de energia da maioria dos doentes. Segundo o **gráfico 2**, até o quarto dia de internamento, haveria a tendência dessa recomendação causar sobrealimentação na maioria dos doentes e, a partir do quinto dia, tendência à subalimentação.

Gráfico 2. GER (Kcal/kg/dia) por dia de internamento, com base na recomendação da ACCP



Analisando as estimativas do GER pelas equações (**tabela 14**), pôde-se observar que, por meio das comparações das médias, as equações cujos resultados não se mostraram significativamente diferentes daqueles obtidos pela CIR foram: Swinamer com os 3 tipos de peso; Penn-State com os 3 tipos de peso; Faisy somente com os pesos estimados.

Dentre as equações com melhor resultado na comparação das médias, a que apresentou melhor correlação com o GER medido foi a equação de Penn-State com peso referido. Considerando a exactidão das equações, ou seja, o número de estimativas que cada uma delas originou dentro do intervalo

de $\pm 10\%$ dos valores medidos, a equação de Penn-State com peso referido foi a que derivou maior número de estimativas nesse intervalo.

Avaliando a ocorrência de grandes erros nas estimativas, a equação de Penn-State com peso teórico ideal foi a melhor por ter apresentado o menor número de estimativas com valores menores que -15% e maiores que $+15\%$ do valor do GER medido. A equação de Penn-State com peso referido foi a segunda melhor.

A análise da existência de viés nas estimativas reforça os resultados anteriores. Essa análise mostra que a equação de Penn-State (e não só), utilizando o peso referido, não teria tendência a provocar, sistematicamente, subalimentação e sobrealimentação.

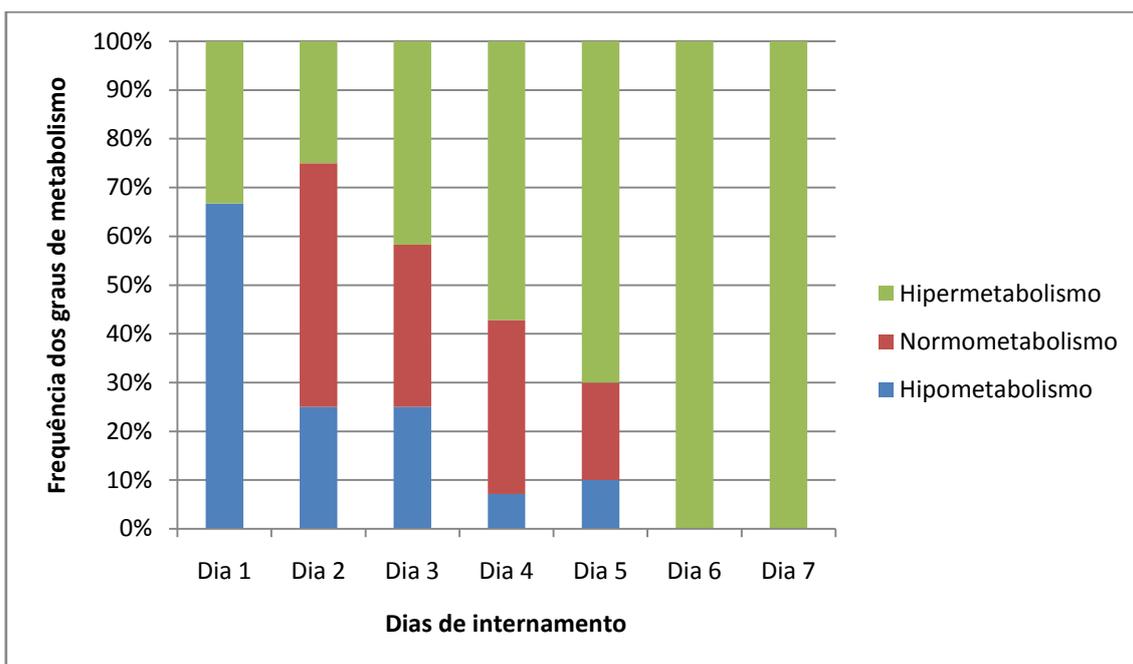
Por último, analisando o “root mean square (RMS)”, mais uma vez, a equação de Penn-State com peso referido foi a que apresentou melhor resultado, ou seja, possibilidade da menor diferença individual (321,7Kcal) com relação ao valor medido. No entanto, essa potencial diferença individual é significativa ($p= 0,001$) se for considerada como aceitável uma diferença até 250Kcal.

Tabela 14. Diferença entre o gasto/ necessidade de energia estimado por equações e o medido pela CIR

Métodos	N _a	GER (Kcal/dia) Média ± DP	Diferença média (p)	R (p)	Viés *	Exactidão* ¹	Grandes erros * ²	RMS (p _{RMS} > 250Kcal)
CIR	60	1770 ± 528,93						
H-B Peso Ref	60	1507 ± 263,29	262,47 (< 0,001)	0,75 (< 0,001)	165,92; 359,01	17 (28,3%)	33 (55%)	454,1 (< 0,001)
H-B Peso LN	60	1469 ± 156,20	300,96 (< 0,001)	0,60 (< 0,001)	183,81; 418,11	16 (26,7%)	35(58,3%)	541,1 (< 0,001)
H-B Peso T I	60	1392 ± 193,17	378,07 (< 0,001)	0,56 (< 0,001)	261,97; 494,17	11 (18,3%)	36 (60%)	584,4 (< 0,001)
I-J Peso Ref	60	2007 ± 373,81	- 237,28 (< 0,001)	0,65 (< 0,001)	-341,08; -133,49	19 (31,7%)	36 (60%)	463,7 (< 0,001)
I-J Peso LN	60	1994 ± 344,76	- 224,07 (< 0,001)	0,59 (< 0,001)	-334,48; -113,66	17 (28,3%)	38(63,3%)	479,4 (< 0,001)
I-J Peso T I	60	1959 ± 375,79	- 189,25 (0,002)	0,57 (< 0,001)	-303,16; -75,33	19 (31,7%)	36 (60%)	476,5 (< 0,001)
Swinamer P Ref	60	1853 ± 298,99	- 83,02 (0,075)	0,77 (< 0,001)	- 174,56; 8,53	17 (28,3%)	32(53,3%)	361,1 (< 0,001)
Swinamer P LN	60	1832 ± 234,85	- 61,80 (0,246)	0,68 (< 0,001)	- 167,29; 43,69	14 (23,3%)	35(58,3%)	409,6 (< 0,001)
Swinamer P T I	60	1764 ± 289,51	5,64 (0,916)	0,63 (< 0,001)	-101,15; 112,44	18 (30,0%)	30 (50%)	410,0 (< 0,001)
P-S Peso Ref	60	1766 ± 334,24	3,96 (0,925)	0,81 (< 0,001)	-79,85; 87,77	22 (36,7%)	27 (45%)	321,7 (0,001)
P-S Peso LN	60	1733 ± 251,05	36,68 (0,467)	0,72 (< 0,001)	-63,65; 137,01	18 (30,0%)	32(53,3%)	386,9 (< 0,001)
P-S P T I	60	1668 ± 287,44	102,22 (0,050)	0,68 (< 0,001)	0,08; 204,36	22 (36,7%)	26(43,3%)	405,2 (< 0,001)
Faisy P Ref	60	1865 ± 271,83	- 95,50 (0,037)	0,81 (< 0,001)	-185,10; -5,90	19 (31,7%)	28(46,7%)	357,0 (< 0,001)
Faisy P LN	60	1844 ± 216,63	- 74,36 (0,156)	0,72 (< 0,001)	-177,92; 29,20	17 (28,3%)	37(61,7%)	404,4 (< 0,001)
Faisy P T I	60	1788 ± 245,25	- 18,67 (0,716)	0,71 (< 0,001)	-121,00; 83,66	18 (30,0%)	30 (50%)	393,2 (< 0,001)

Onde: CIR, calorimetria indirecta respiratória; H-B, equação de Harris e Benedict; I-J, equação de Ireton-Jones; P-S, equação de Penn-State; Peso Ref e P Ref, peso referido; Peso LN e P LN, peso estimado pelas equações de Lee e Nieman; Peso T I e P T I, peso teórico ideal.

*Intervalo de Confiança (95%) da diferença média; *¹ Na (%) de estimativas com diferença ≤ 10% da CIR; *² Na (%) de estimativas com diferença > 15% da CIR.

Gráfico 3. Graus de metabolismo, por dia de internamento

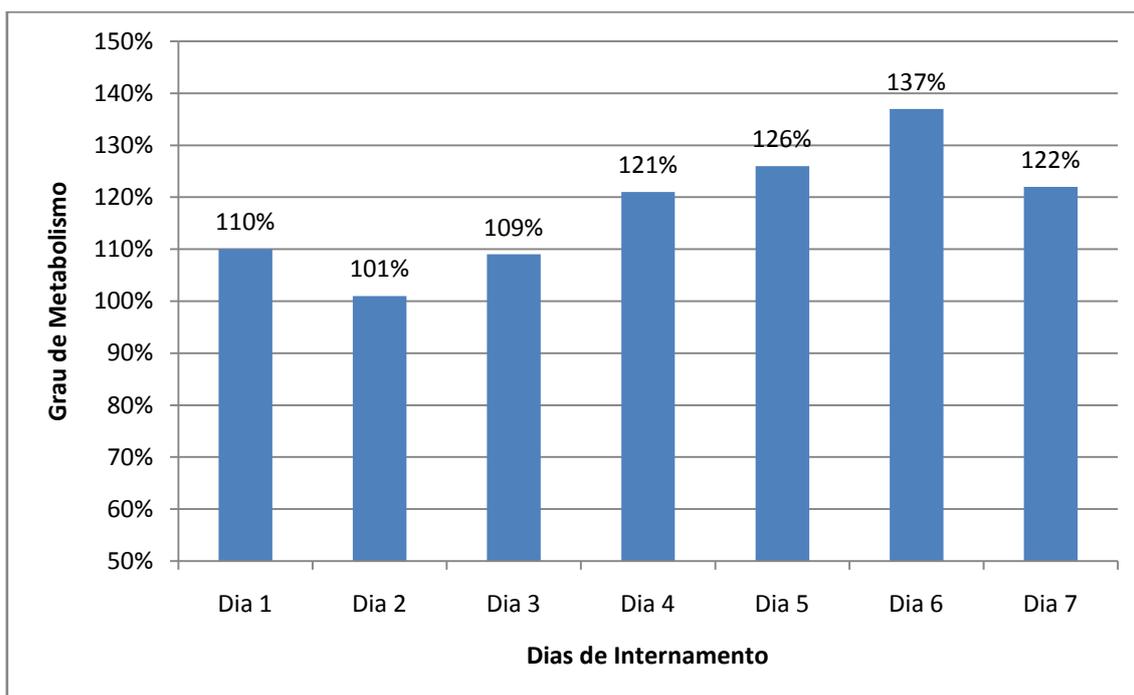
Onde $N_a = 3$ (dia 1); 12 (dia 2); 12 (dia 3); 14 (dia 4); 10 (dia 5); 5 (dia 6); 4 (dia 7)

Hipermetabolismo: GER medido >110% GER estimado

Normometabolismo: GER medido entre 90% e 110% GER estimado

Hipometabolismo: GER medido < 90% GER estimado.

No **gráfico 3**, pode-se observar que a frequência de hipermetabolismo aumentou no decorrer dos primeiros sete dias de internamento. De uma maneira geral, as medições efectuadas, no período do estudo, mostraram a tendência dos doentes ao hipermetabolismo, caracterizando 55% do total das medições/avaliações efectuadas.

Gráfico 4. Média do grau de metabolismo, por dia de internamento**Tabela 15.** Correlação entre o GER médio de cada doente, no período do estudo, e a idade, alguns parâmetros antropométricos e a ECG na admissão

Variáveis	N	R	p
Idade	22	- 0,19	0,399
Peso referido	22	0,57	0,006
Peso estimado LN	22	0,16	0,466
Peso teórico ideal	22	0,69	< 0,001
Altura referida	22	0,67	0,001
Altura AJC	22	0,39	0,077
Altura CoAB	22	0,53	0,011
IMC	22	0,28	0,204
CMB	22	0,07	0,748
CMP	22	0,38	0,083
ECG (admissão SCI)	22	- 0,10	0,654

Tabela 16. Correlações* entre o GER medido e os níveis de lactato e alguns parâmetros clínicos, considerando todas as medições efectuadas

Variáveis	N _a	ρ	p
Lactato	60	0,11	0,385
Escala de Ramsay	39	- 0,30	0,067
Escala Coma Glasgow (durante medições)	21	- 0,32	0,155
Noradrenalina	29	- 0,08	0,673

* Coeficiente de correlação de Spearman (ρ)

Tabela 17. Correlações* entre o GER medido e alguns parâmetros clínicos e bioquímicos, considerando todas as medições efectuadas

Variáveis	N _a	R	p
Morfina	19	- 0,41	0,082
Dobutamina	4	0,38	0,621
Sedativos	39	- 0,05	0,772
SAPS II (dias medição)	60	0,31	0,017
SOFA (dias medição)	60	0,10	0,467
T° Média (durante medição)	60	0,40	0,002
FR	60	0,10	0,436
VT	60	0,38	0,003
VE	60	0,39	0,002
T° Máxima (dia medição)	60	0,40	0,002
T° Máxima (dia anterior à medição)	60	0,52	< 0,001
Colesterol Total	21	- 0,22	0,349
Proteína C-reactiva	45	0,46	0,002
Pré-albumina	20	- 0,37	0,111
Azoto	14	0,46	0,100
CTL	60	- 0,07	0,601

* Coeficiente de correlação de Pearson (R)

Dos parâmetros considerados, os que apresentaram correlação significativa com o GER foram:

- No grupo dos parâmetros clínicos: todas as temperaturas, principalmente, a temperatura máxima do dia anterior à medição; SAPS II; VT e VE;
- No grupo dos parâmetros bioquímicos: a proteína C-reativa;
- No grupo dos parâmetros antropométricos: o peso referido, o peso teórico ideal; a altura referida e, também, a altura estimada pelo CoAB.

Além dos parâmetros citados acima, o grau de sedação também apresentou correlação significativa com o GER ($\rho = -0,39$; $p = 0,014$), conforme resultados relativos à **tabela 12**.

Tabela 18. Número de doentes que iniciaram o suporte nutricional, segundo o dia e o motivo de internamento

Dia Internamento	Motivo de Internamento				Total (%)
	Médico	Cirúrgico	Neurocirúrgico com TCE	Neurocirúrgico sem TCE	
1	0	1	1	1	3 (15)
2	1	0	4	4	9 (45)
3	0	0	1	1	2 (10)
4	0	1	2	2	5 (25)
5	0	0	0	0	0 (0)
6	0	1	0	0	1 (5)
7	0	0	0	0	0 (0)
Total (%)	1 (5)	3 (15)	8 (40)	8 (40)	20 (100)

O início do suporte nutricional para a maioria dos doentes foi entre o primeiro e o segundo dia de internamento. Dos 22 doentes estudados, 1 (4,5%) recebeu nutrição parentérica, 19 (86,4%) receberam nutrição entérica e 2 (9,1%) não iniciaram suporte nutricional.

O início mais tardio do suporte nutricional ocorreu em um doente cirúrgico. No grupo predominante no trabalho (neurocirúrgicos), o facto de ter

ou não ter ocorrido TCE parece não ter interferido, uma vez que o mesmo número de doentes, em cada grupo (com e sem TCE) iniciou alimentação a cada dia.

Tabela 19. Gasto e ingestão de energia dos doentes, após o início do suporte nutricional

Variáveis	N _a	Média ± DP	Mínimo	Máximo
GER medido (Kcal/dia)	47	1903 ± 510,21	960	3020
Ingestão energia (Kcal/dia)	47	1291 ± 646,02	60	2376
Ingestão/ GER medido (%)	47	69,0 ± 34,30	3,8	127,4

Considerando somente as medições efectuadas, após o início do suporte nutricional (N_a= 47), para fim de comparação com a ingestão de energia do seu respectivo dia, observou-se que, em média, o gasto energético foi maior do que a ingestão efectiva de energia. Observou-se, ainda, um grande intervalo entre os valores mínimos e máximos, tanto do gasto energético como da ingestão de energia. Há que se considerar que, na **tabela 19**, estão incluídas as informações desde o primeiro dia de suporte nutricional, quando a maioria dos doentes não o inicia recebendo o valor total de energia estipulado como meta.

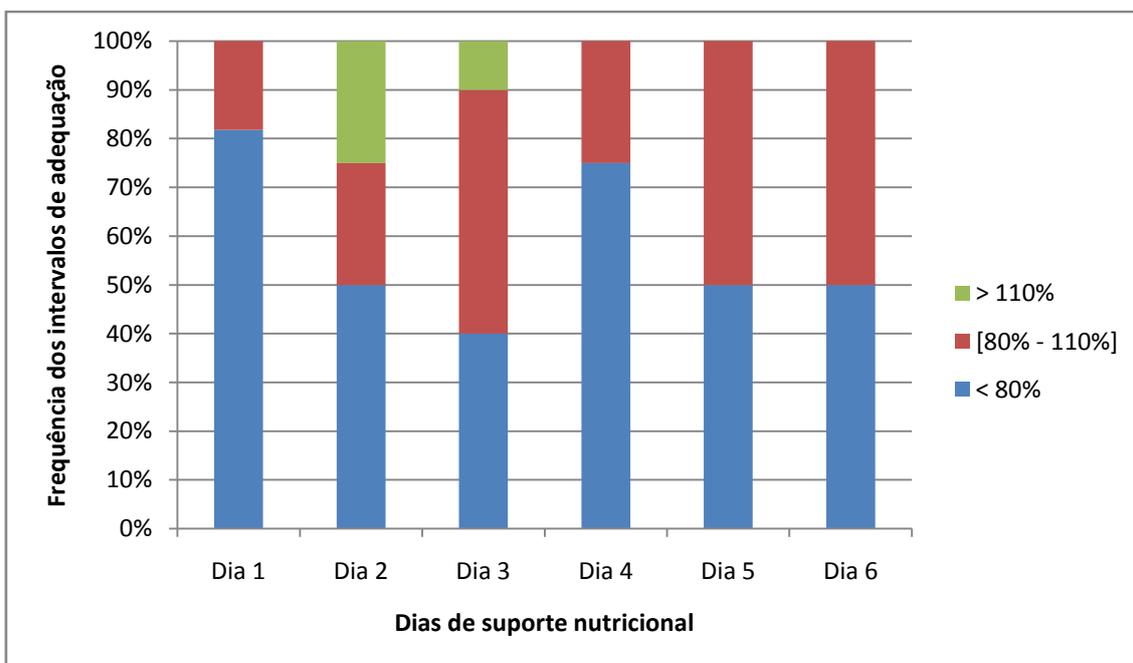
Tabela 20. Gasto e ingestão de energia dos doentes, a partir do terceiro dia de suporte nutricional

Variáveis	N _a	Média ± DP	Mínimo	Máximo
GER medido (Kcal/dia)	24	2160 ± 452,43	1300	3020
Ingestão energia (Kcal/dia)	24	1570 ± 494,27	257	2208
Ingestão/ GER medido (%)	24	75,9 ± 28,34	14,7	127,4

Ao analisar o gasto e a ingestão efectiva de energia, entre o terceiro e o sexto dia de alimentação, observou-se que o gasto de energia continua a ser superior a ingestão/fornecimento efectivo de energia. Continua, também, a existir um grande intervalo entre os valores mínimos e máximos do gasto energético e da ingestão de energia.

Observou-se, contudo, aumento na média da porcentagem de energia fornecida, em comparação à análise na qual foram considerados os dados desde o primeiro dia de alimentação (tabela 19).

Gráfico 5. Intervalos de adequação do fornecimento de energia, segundo o dia de suporte nutricional



Onde $N_a = 11$ (dia1); 12 (dia 2); 10 (dia3); 8 (dia 4); 2 (dia 5) e 4 (dia 6).

>110% = sobrealimentação;

[80% - 110%] = alimentação adequada;

<80% = subalimentação.

No primeiro e no segundo dia de suporte nutricional, já se pôde observar doentes no intervalo de fornecimento considerado adequado ([80%-110%]). No entanto, a maioria das avaliações desses dias ficou no intervalo abaixo da adequação. A partir do terceiro dia de alimentação, a maioria das avaliações ainda mostrou maior frequência do intervalo indicativo de subalimentação. Contudo, observou-se aumento na frequência de alimentação adequada.

Tabela 21. Frequências das medições do GER conforme o grau de metabolismo e a adequação do fornecimento/ingestão de energia, considerando as medições efectuadas após o início do suporte nutricional

Adequação alimentação	Grau de Metabolismo			Total (%)
	< 90% GEB	[90% - 110% GEB]	> 110% GEB	
< 80%	3	4	21	28 (59,6)
[80% - 110%]	0	4	11	15 (31,9)
> 110%	0	4	0	4 (8,5)
Total (%)	3 (6,4)	12 (25,5)	32 (68,1)	47 (100)

Ao considerar as medições efectuadas após o início do suporte nutricional, observou-se que a maior percentagem de avaliações indicou fornecimento efectivo de energia abaixo de 80% do GER medido, tanto em situação de hipometabolismo como em situação de hipermetabolismo. As três medições que mostraram hipometabolismo e fornecimento de energia abaixo de 80% do GER foram realizadas: duas, no primeiro dia de alimentação, e uma, no segundo dia de alimentação. Relativamente ao dia de internamento, as duas medições realizadas no primeiro dia de alimentação corresponderam: uma ao dia 2 e a outra ao dia 4 de internamento. A medição realizada no segundo dia de alimentação correspondeu ao quinto dia de internamento. Essas observações mostraram que o hipometabolismo não se restringiu aos primeiros momentos de resposta à agressão.

Tabela 22. Frequência das medições do GER conforme o grau de metabolismo e a adequação do fornecimento/ingestão de energia, a partir do terceiro dia de suporte nutricional

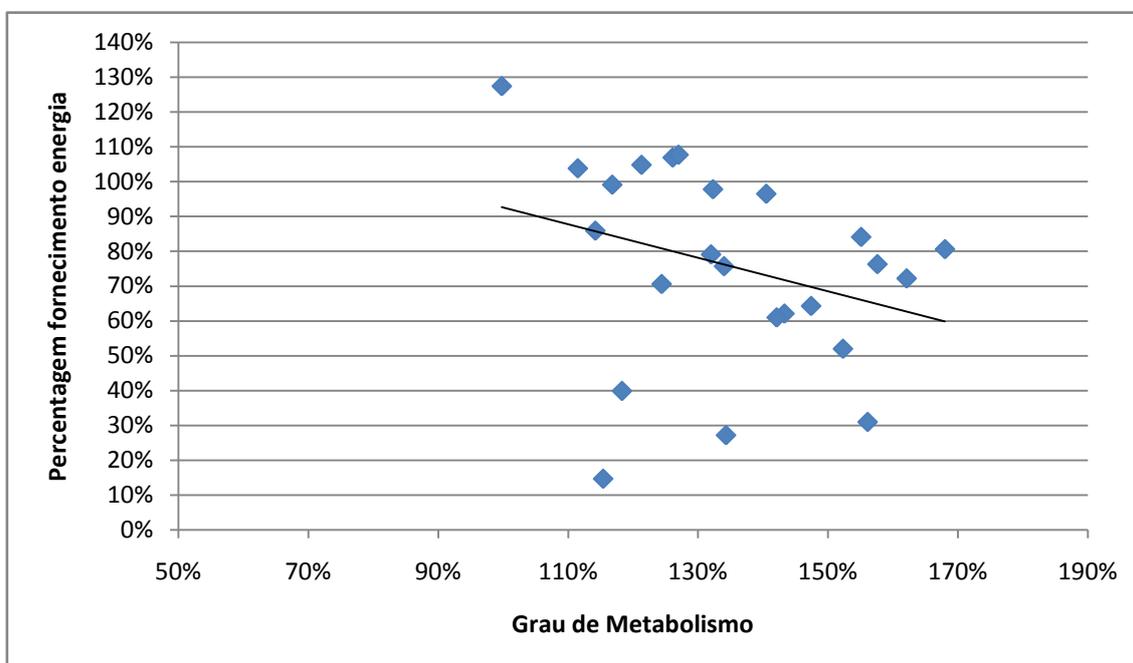
Adequação alimentação	Grau de Metabolismo			Total (%)
	< 90% GEB	[90% - 110% GEB]	> 110% GEB	
< 80%	0	0	13	13 (54)
[80% - 110%]	0	0	10	10 (42)
> 110%	0	1	0	1 (4)
Total (%)	0 (0)	1 (4)	23 (96)	24 (100)

Ao considerar somente as medições/avaliações a partir do terceiro dia de alimentação (inclusive), observou-se maior frequência de fornecimento de energia abaixo de 80% do GER medido e de hipermetabolismo.

Somente uma medição (correspondente ao terceiro dia de alimentação de um doente) mostrou fornecimento de energia acima da quantidade considerada adequada. Esta mesma medição caracterizou, também, o estado de normometabolismo.

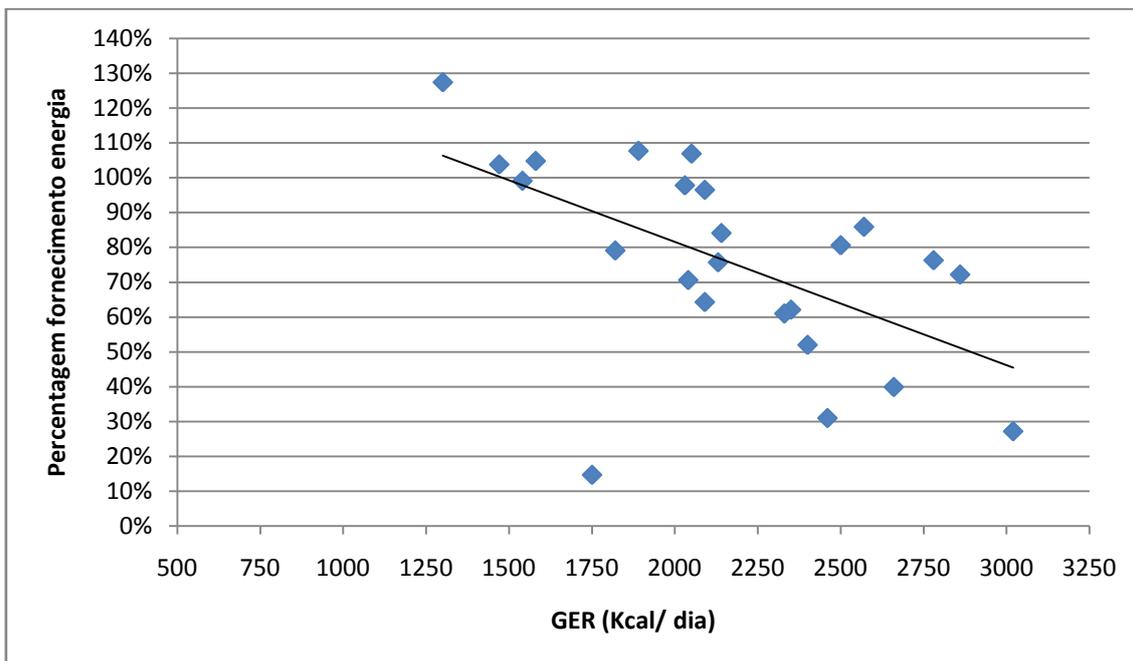
Ao analisar a correlação entre a percentagem de fornecimento de energia (a partir do terceiro dia de suporte nutricional) e o grau de metabolismo dos doentes ($R = -0,31$; $p = 0,147$) e o GER ($R = -0,57$; $p = 0,004$), observou-se que, somente com o GER foi encontrada correlação significativa (inversa e moderada). Os resultados indicam que, a partir do terceiro dia de suporte nutricional, a percentagem de fornecimento de energia diminuiu com o aumento do GER.

Gráfico 6. Relação entre a percentagem de fornecimento de energia e o grau de metabolismo, a partir do terceiro dia de suporte nutricional ($N_a = 24$)



Apesar de não ter sido encontrada correlação significativa, o **gráfico 6** mostra uma tendência de redução da percentagem de energia fornecida com o aumento do grau de metabolismo.

Gráfico 7. Relação entre a percentagem de fornecimento de energia e o GER, a partir do terceiro dia de suporte nutricional ($N_a=24$)



O **gráfico 7** reforça o resultado da correlação entre o GER e a percentagem de fornecimento de energia, mostrando a tendência de redução na percentagem de energia fornecida com o aumento do GER, a partir do terceiro dia de suporte nutricional.

4. Discussão

Os doentes críticos, tal como afirmado por Moreno, et.al.⁶, não constituem amostra homogénea por apresentarem diferentes diagnósticos, evoluções da doença, idades, doenças crónicas, locais de infecção e microorganismos invasores, além de diferentes graus de disfunção fisiológica, determinando uma grande variedade de riscos de mortalidade. Algumas dessas diferenças puderam ser observadas, neste estudo, como diferenças na idade e no grau de disfunção fisiológica (avaliado pelo SAPS II). A média de idade foi de 60 anos, no entanto, o doente mais novo tinha 21 anos e o mais velho, 87 anos. Quanto aos índices SAPS II e SOFA, e à Escala de Coma de Glasgow, foram observados diferentes valores no momento da admissão do doente ao SCI, o que demonstra as diferentes situações em que os doentes chegaram ao serviço. Apesar da maioria dos doentes incluídos na amostra terem sido neurocirúrgicos, também houve outros do foro médico e do cirúrgico, já que o SCI, onde se realizou o estudo, é uma unidade polivalente e a amostra foi seleccionada aleatoriamente.

A desnutrição é um dos factores capazes de influenciar a taxa de morbidade e de mortalidade. Uma cascata de alterações metabólicas coloca os doentes críticos em risco de desnutrição^{1,2}. A presença de desnutrição, nesses doentes, é capaz de causar mau prognóstico, com maiores taxas de mortalidade e de complicações. Os idosos constituem grupo com maior risco de desnutrição⁴.

A avaliação nutricional do doente crítico, muitas vezes, não é viável. Vários parâmetros de avaliação são afectados pela gravidade da doença, pela resposta à doença e pelas terapias efectuadas, por exemplo. O ideal seria conhecer o seu estado nutricional anterior à admissão no SCI, mas esses dados são praticamente inexistentes³.

O peso, um importante parâmetro de avaliação nutricional, é fundamental para o estabelecimento da conduta nutricional. Mesmo com a possibilidade de pesar o doente e acompanhar as flutuações no peso, deve ser dada bastante atenção ao balanço hídrico e ao balanço azotado por serem capazes de influenciar directamente seu valor. Sendo assim, por meio da avaliação desses parâmetros é possível ter noção do que esteja a acontecer

com o peso real do doente. Um exemplo dessa interacção foi dado por Chiolóro, et. al.¹. Eles referiram um estudo onde foi observado, em doentes com grave lesão craniana, perda de peso de $7,0 \pm 2,7$ kg, em 4 semanas, apesar do balanço energético positivo alcançado durante as duas últimas semanas de estudo. Contudo, o balanço azotado foi constantemente negativo, apesar da alta oferta proteica (1,5 g/ kg/ dia).

Mesmo que o doente possa ser pesado, os valores obtidos, provavelmente, estarão falseados pela expansão do espaço extravascular, achado comum entre os doentes críticos. Esse facto faz com que seja necessário utilizar o peso referido pelo doente ou por seus familiares, ou estima-lo a partir de outros parâmetros antropométricos.

Determann, et.al.²³ estudaram pacientes admitidos consecutivamente ao SCI de 3 hospitais, cujos peso e altura pré-admissão fossem desconhecidos do pessoal do serviço. Na admissão, uma enfermeira estimou os valores de peso e altura, visualmente, com o paciente deitado. O peso e a altura foram, também, perguntados aos parentes mais próximos, e o pesquisador mediu a altura do doente com uma fita métrica. Os autores concluíram que o peso pré-admissão foi melhor estimado pelo peso referido pelos parentes mais próximos ao doente. Ainda no estudo de Determann, et.al.²³, pôde ser observado que, na impossibilidade de se obter a altura actual do doente, a melhor opção seria utilizar a altura referida, uma vez que foi encontrada menor diferença média entre a altura referida e altura actual (0,4 cm; $p=0,006$).

Amaral e Paiva²² avaliaram a validade do peso referido em uma amostra de 276 doentes admitidos em um hospital central, na cidade do Porto, Portugal. Concluíram que o peso referido por grande parte dos doentes apresentou validade aceitável.

Apesar do peso e da altura referidos serem de mais fácil obtenção do que os avaliados e mostrarem-se como boa opção, na impossibilidade da medição ou de uso do valor medido, eles podem ainda não ser disponibilizados imediatamente na admissão do doente. Por esse motivo, este trabalho decidiu também avaliar e utilizar dois métodos simples de estimativa do peso e da altura.

Os resultados deste trabalho indicaram que, dentre os dois métodos considerados para a estimativa do peso, as equações de Lee e Nieman²⁴ são

a melhor opção. O facto de ser um método de estimativa e, por isso, poder gerar grandes diferenças, quando os valores originados são comparados aos valores individuais referidos, é motivo para manter-se a preferência por obter o peso referido.

Alguns estudos já compararam o peso real/actual do doente com aquele estimado visualmente e mostraram não ser esse um método eficaz, apesar de prático. Leary, et.al.⁶⁸, por exemplo, procuraram avaliar a magnitude dos possíveis erros decorrentes daquilo que chamaram “guesstimates”. Encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os pesos e as alturas medidas e aquelas estimadas por observação, com os dados sugerindo que essa diferença pode ter significado clínico. Observaram também a tendência de se superestimar o peso dos doentes mais pesados e de se subestimar o peso daqueles mais leves.

Dentre os métodos para estimativa da altura, a altura do joelho-calcanhar (AJC) tem se mostrado um método útil e altamente correlacionado com a altura medida no indivíduo de pé¹⁷. Hickson e Frost⁶⁹, em seu estudo, observaram que, dentre três métodos de estimativa da altura, a AJC foi o método que mais se aproximou da altura medida, com uma diferença média de - 0,6 cm.

No presente estudo, os valores de altura estimados por meio da AJC foram os que mostraram melhores resultados, quando comparados aos valores referidos. Esses achados indicam que, na impossibilidade de medição da altura e na falta da altura referida, a estimativa por meio da AJC é a opção. O uso da altura do doente foi necessário, na maioria das equações preditivas do gasto energético consideradas neste trabalho. Optou-se por utilizar a altura referida, e nunca a estimada, quando tal parâmetro fosse necessário.

O IMC, calculado a partir do peso e altura referidos, indicou em média, situação de sobrepeso, na amostra estudada. Os valores individuais encontrados não indicaram nenhum indivíduo com baixo peso. Há que se ter em mente que, mesmo calculado a partir do peso e altura reais, somente o IMC não é capaz de classificar o estado nutricional da amostra. Além disso, o facto do IMC de um indivíduo estar no intervalo de valores considerado adequado, ou até mesmo sobrepeso ou obesidade, não significa, necessariamente, que ele não apresenta deficiências e/ou riscos nutricionais.

Com relação aos dados bioquímicos, os valores médios e individuais encontrados, não foram diferentes daqueles esperados para uma amostra de doentes críticos.

As consequências da resposta à agressão sobre os valores dos dados bioquímicos não diferiram daquelas relatadas na literatura: colesterol total, pré-albumina e contagem total linfocitária com valores reduzidos; proteína C-reactiva e azoto com valores aumentados.

Vários estudos mostram a ocorrência de hipocolesterolemia com decréscimo significativo, na fase inicial da doença crítica ⁷, relacionado à gravidade da agressão ¹⁴. Vários autores sugerem que o aumento da concentração de citocinas seja a causa da rápida redução na concentração de lipídios^{7,14,15} e lipoproteínas, acarretando maior susceptibilidade aos lipopolissacarídeos (LPS) das bactérias^{7,15}. É possível que a redução na concentração de lipídios aumente a disponibilidade de componentes para as células imunitárias, para a reparação dos tecidos danificados e para a regeneração das membranas⁷.

A proteína C-reactiva é uma proteína de fase aguda, cuja síntese é controlada pela IL-6, durante estados inflamatórios e de infecção. Poucos fármacos influenciam sua concentração, a não ser aqueles que alteram a doença de base que causou o estímulo de fase aguda ¹⁶. Como acontece com o colesterol total, seus valores são alterados por exemplo, no trauma, na cirurgia “major” e nas queimaduras ⁷.

Outro parâmetro bioquímico considerado, a pré-albumina, tem os seus níveis diminuídos, temporariamente, em estados inflamatórios e no pós-operatório ¹⁷.

A resposta à doença/agressão, causa das alterações anteriormente citadas, engloba a resposta catabólica. Esta promove degradação da proteína muscular, com conseqüente aumento da excreção de azoto ¹⁸. O grau da resposta catabólica determina maior ou menor excreção de azoto.

No decurso da doença crítica, podem ocorrer problemas no metabolismo oxidativo (redução do consumo de oxigênio) com conseqüente aumento nos níveis de lactato. Seu valor máximo de referência para os doentes críticos é maior do que o dos doentes comuns ¹⁹.

No doente crítico, a contagem total linfocitária é reduzida, quando ocorre anestesia e cirurgia, por exemplo. Nessas ocasiões, o decréscimo não depende do estado nutricional dos doentes ²¹.

Na amostra estudada, não foram observados somente parâmetros bioquímicos com valores alterados. Considerando os dados individuais, foram observados valores no intervalo de referência, durante a primeira semana de internamento no SCI. Excepção para a proteína C-reativa que, mesmo o valor individual mínimo observado em toda a amostra foi maior do que o valor máximo do intervalo de referência. Já sobre o valor do azoto, o valor individual mínimo observado mostrou-se abaixo do valor mínimo do intervalo de referência.

Ao considerar o período de sete dias, após internamento, os resultados dos parâmetros bioquímicos observados levam a imaginar algumas situações hipotéticas em alguns doentes: desenvolvimento de boa resposta ao tratamento; a resposta à doença crítica ainda não tinha se estabelecido por completo ou agravado; a agressão sofrida não foi muito grave ou a resposta de alguns doentes à agressão não foi tão exacerbada.

Os valores dos índices SAPS II e SOFA foram avaliados em dois momentos: na admissão e nos dias de medição do GER. Nos dois momentos, os valores encontrados estabeleceram grandes intervalos (entre o valor máximo e o mínimo) e seus valores médios foram muito semelhantes. Os doentes da amostra, em nenhum momento, apresentaram valores próximos aos máximos possíveis de cada índice, que são: SAPS II – 163 ⁷⁰ e SOFA – 24⁷¹. Esse achado sugere que o estado fisiológico e o grau de falência orgânica dos doentes, mesmo na admissão, não alcançaram o potencial máximo de gravidade.

Com base na escala de Ramsay e na classificação de Terao, et.al. ³³, em média, os doentes apresentaram nível de sedação pesada no período de medição do gasto energético. A Escala de Coma de Glasgow (ECG), no mesmo período, apresentou mediana de 10, o que demonstra certa disfunção neurológica nos doentes. Cabe ressaltar que, na avaliação da ECG, no período de medição do GER, não foram incluídos doentes sob sedação mas, foram incluídas as avaliações com valores normais (15 valores), relativas aos doentes cirúrgicos e médicos. Tais valores foram incluídos para que se pudesse avaliar

a correlação entre os valores da escala e o GER, levando em consideração os diferentes estados neurológicos dos doentes.

Os valores das variáveis da monitorização metabólica, inclusive o GER médio de todas as medições efectuadas, foram muito semelhantes aos observados no estudo de Savard, et.al.⁴⁸, apesar de, nesse estudo, terem sido considerados apenas doentes críticos do foro médico.

Nas medições efectuadas após o início do suporte nutricional, todos os doentes recebiam alimentação contínua, a qual não actua sobre o GER como a alimentação em bolus. A administração em bolus aumenta o GER em 8% a 10%, o que não acontece com a administração contínua³¹. Alguns estudos, como o de Brandi, et.al.⁷², não forneciam alimentação no período de medição do GER. No presente estudo, devido ao facto do suporte nutricional ser considerado parte integrante e importante do tratamento do doente, foi, também, tido como importante não excluir o seu efeito no GER. A variação no GER, devido à termogênese induzida pela dieta, em doentes sob alimentação contínua, é mínima⁷³.

Na tentativa de observar diferenças na média do GER influenciadas por alguns parâmetros, a amostra estudada foi dividida em subgrupos, de acordo com sexo, IMC, ECG na admissão ao SCI, modo ventilatório e uso de alguns fármacos.

No doente crítico, a relação entre a massa não gorda e o GER não é a mesma apresentada por pessoas saudáveis, devido aos tantos outros factores que influenciam o gasto¹. Contudo, a diferença na percentagem de massa não gorda, entre homens e mulheres continua a existir, sendo uma possível explicação para, em média, o GER ter sido maior no sexo masculino (o qual apresenta maior percentagem de massa não gorda).

Não foi observada diferença significativa nas médias do GER com o maior ou menor comprometimento neurológico, no momento da admissão, avaliado pela ECG com o uso dos intervalos descritos por Bedell e Prough¹¹. Apesar da diferença não significativa, os doentes com valores da escala entre 9 e 12 apresentaram a maior média de gasto energético, aqueles com maior comprometimento neurológico (ECG \leq 8) apresentaram menor gasto comparado ao grupo anterior, e aqueles com menor comprometimento (ECG $>$ 12) foram os que apresentaram o menor gasto médio, no período. Isso sugere

que o maior comprometimento neurológico está vinculado a valores do GER mais reduzidos, valores esses que, no presente estudo, foram mais próximos daqueles observados nos doentes com o menor comprometimento.

Os diferentes modos ventilatórios utilizados, também, não causaram diferença no GER. Esse achado concordou com o do estudo de Faisy, et.al.³⁵, mas discordou daquele do estudo de Hoher, et.al.³⁴, onde o GET médio dos doentes sob ventilação assistida foi 10,71% maior do que aquele apresentado pelos doentes em ventilação controlada ($p < 0,001$). O uso de ventilação mecânica, comparado à ventilação espontânea, sabidamente reduz o valor do GER¹ mas, como neste estudo foram feitas medições somente em doentes sob ventilação mecânica, tal comparação não pôde ser feita.

A consideração do uso de certos fármacos mostrou resultados contraditórios neste estudo. É sabido que aminas vasoactivas aumentam o GER^{1,12}, enquanto o uso de sedativos e morfina o reduzem¹². O grau do aumento provocado pelas catecolaminas depende do fármaco usado. A adrenalina apresenta o efeito máximo e a dobutamina apresenta o efeito mínimo¹.

Neste estudo, o uso de noradrenalina e morfina não causou diferença na média do GER. O efeito do uso de sedativos foi o esperado, ou seja, causou redução significativa no GER ($p = 0,037$). Ao contrário do esperado, o uso de dobutamina, causou redução do GER ($p = 0,023$). Questiona-se a existência de viés na análise do efeito da dobutamina no GER, causado provavelmente pelo reduzido número de doentes no grupo que utilizou o fármaco durante as medições ($N = 4$). Outro motivo pode ser o facto do grupo que utilizou dobutamina ter sido constituído, exclusivamente, por mulheres. No estudo de Faisy, et.al.³⁵, o uso de sedativos e morfina também não causou diferença significativa no GER.

Sabe-se que a gravidade da doença é outro factor que exerce efeito sobre o GER, e que o desenvolvimento de falência orgânica prolonga o estado hipermetabólico. Apesar disso, a relação entre os índices de gravidade da doença e o grau de hipermetabolismo não é simples, devido a influência de outros factores, tais como o tempo de evolução e a fase da doença¹. Por esse motivo, este estudo não procurou diferenças no GER relacionadas aos índices

SAPS II, SOFA e ECG, nos dias de medição. Apenas procurou-se avaliar a correlação entre seus valores e os valores do GER.

Observaram-se diferenças no valor do gasto energético, relacionadas ao grau de sedação, avaliado pela escala de Ramsay e pela classificação utilizada por Terao, et.al.³³. Com o aumento do grau de sedação ocorreu redução significativa do GER, concordando com os resultados obtidos no estudo de Terao, et.al.³³, onde os doentes também estavam sob ventilação mecânica. A maioria das medições ($N_a=27$), no presente estudo, foi feita em doentes sob sedação pesada, verificada também pelo valor mediano de 6 da escala de Ramsay.

O valor mínimo do GER, dentre todas as medições realizadas, foi encontrado no grupo de doentes sob sedação pesada. O valor máximo não foi encontrado no grupo sem sedação mas sim, no grupo sob sedação moderada. Isso sugere a provável influência de outros fatores, principalmente daqueles mais vinculados à doença e à resposta do doente. Supõe-se que os doentes que não precisavam, ou não precisavam mais, de sedação apresentavam melhor estado clínico do que aqueles sob sedação moderada e, por isso, também, não apresentavam valores tão elevados de gasto energético.

Haugen, et.al.⁷³ recomendam a medição do GER em doentes sob sedação pesada e sempre que houver mudança na dose de sedativos, a fim de prevenir a sobrealimentação.

Quando o gasto energético foi corrigido para o peso referido dos doentes (Kcal/kg) e comparado à recomendação da ACCP de 25Kcal/kg, observou-se que essa recomendação não seria adequada para a maioria dos doentes. Prevaleceria a sobrestimativa das necessidades de energia, visto que em 33 das 60 medições realizadas (55%) os doentes necessitavam de menos de 25Kcal/kg. Esse resultado concorda com o do estudo de McClave, et.al.⁷⁴, no qual a maioria dos doentes apresentou necessidades de energia abaixo dessa recomendação.

A recomendação da ACCP assume a existência de relação linear entre o peso e o GER, o que é questionável, principalmente em doentes com excesso de peso⁴⁶. Apesar de sua importância, o peso não é o único determinante do GER, principalmente em doentes críticos³⁸.

Comparando os valores do GER ajustado para o peso de acordo com o IMC referido da amostra, separada em dois grupos (IMC indicando adequação e IMC indicando sobrepeso e obesidade), observou-se que o grupo de doentes com IMC adequado apresentou gasto de energia significativamente maior do que aqueles com sobrepeso e obesidade. Este resultado é concordante com os dos estudos de Zauner, et.al ⁴⁶ e de Reid ⁴⁵. Nesses estudos, o GER corrigido para o peso do doente também reduziu com o aumento do IMC. Neste trabalho, optou-se por considerar os doentes com sobrepeso e obesidade em um único grupo devido ao tamanho da amostra (8 e 4 doentes, respectivamente).

No presente estudo, a média do GER antes de ser corrigido para o peso não se mostrou diferente entre os grupos de doentes com IMC adequado e aqueles com sobrepeso e obesidade. Esse facto mostra a importante relação entre o peso e o gasto energético, que não pode deixar de ser considerada, mesmo este não sendo o único factor envolvido.

Na impossibilidade de medição do GER pela CIR, a estimativa por meio de equação é necessária. Para tal existem inúmeras equações. Neste estudo foram consideradas aquelas desenvolvidas a partir de dados de doentes críticos e que tivessem estudo de validação, conforme método usado pelo grupo de trabalho da ADA ⁴⁴. Excepção para as equações de Harris e Benedict que foram consideradas por terem sua utilização disseminada no meio clínico.

Quando o GER medido pela CIR e aquele estimado por equações são comparados, observa-se grande variabilidade nos resultados encontrados. A explicação para isso pode ser, em parte, a variação interindividual do GER, as diferentes respostas que cada doente apresenta frente à doença e ao trauma e as diferenças genéticas ⁷⁵. Os resultados encontrados demonstram assim, a falta de consenso sobre a equação a ser usada no doente crítico ⁴⁴.

MacDonald e Hildebrandt ³⁸ compararam cinco equações preditivas (Harris e Benedict, Swinamer, Frankenfield, Penn State e Ireton-Jones) e os valores de 25, 30 e 35 kcal/ Kg/dia, por meio de estudo retrospectivo de 76 doentes críticos quer do foro médico quer cirúrgico, divididos em dois grupos, conforme o valor de IMC apresentado. No primeiro grupo, foram incluídos todos os doentes do estudo, os quais apresentavam IMC abaixo de 30 Kg/ m² e, no segundo grupo, as autoras consideraram somente os doentes com IMC abaixo

de 25 Kg/ m². Para ambos os grupos, com base em teste estatístico para comparação das médias, as equações de Harris e Benedict com factor stresse de 1,6 foram as que melhor estimaram o GER. O factor diferencial foi o peso utilizado nas equações. No grupo com IMC abaixo de 30 Kg/ m² os melhores resultados foram obtidos utilizando peso actual e peso ajustado e, no grupo com IMC abaixo de 25 Kg/ m², utilizando peso actual, peso ajustado e peso de referência ³⁸.

Apesar de, no trabalho de MacDonald e Hildebrandt ³⁸, as equações de Harris e Benedict terem sido consideradas as que melhor estimaram o GER, essas equações, utilizando todos os tipos de peso considerados pelas autoras, geraram sempre maior percentagem de estimativas fora do intervalo de $\pm 10\%$ do GER medido. Esse facto demonstra a falta de exactidão dessas equações. Ainda nesse trabalho, a equação que mostrou melhor exactidão, para o grupo com IMC abaixo de 30 kg/m², foi a de Swinamer (55%). Para o grupo com IMC abaixo de 25 kg/m², as equações de Harris e Benedict com peso ideal e factor stresse de 1,6 foi o método mais exacto (51% das estimativas no intervalo de $\pm 10\%$ do GER medido) ³⁸.

No trabalho de Reid ⁴⁵, onde foram incluídos doentes do foro médico, cirúrgico e pós-trauma, a autora encontrou bons resultados com o uso das equações de Harris e Benedict com factor stresse de 1,3. No entanto, ela concluiu que nenhuma das equações estudadas se mostrou suficientemente exacta para uso em doentes críticos, considerando como exactos valores estimados entre 80% e 110% do GER medido.

Boullata, et.al. ⁶² avaliaram doentes hospitalizados, incluindo doentes críticos. No grupo de doente críticos, as equações de Harris e Benedict com aplicação do factor 1,1 foram as que permitiram a maior percentagem de estimativas exactas (55%).

O resultado desses autores difere do aqui obtido. Além disso, no presente trabalho, optou-se por não aplicar nenhum factor de stresse nas equações de Harris e Benedict, por considerar-se que a introdução de tais factores propicia um carácter empírico nas estimativas. O uso de factores de stresse é dependente do julgamento clínico de quem o aplica ³⁸, causando, assim, grande variabilidade na estimativa do GER ⁴⁸.

Ainda sobre o trabalho de Boullata, et.al.⁶², a equação de Penn-State (2003) derivou a menor percentagem de estimativas fora do intervalo de exactidão, considerado $\pm 10\%$ do GER medido.

No estudo de Zauner, et.al.⁴⁶, a adequabilidade das estimativas variou consoante o IMC dos doentes e o peso usado em cada método. Devido à importância do peso na estimativa do gasto/necessidade de energia do doente crítico, Ireton-Jones⁴⁷ recomendou o uso de equações que apliquem o peso actual (real), questionando o ajuste do peso devido a obesidade. Segundo a autora, actualmente, reconhece-se a participação da massa gorda na determinação do gasto energético. No entanto, não existe uma percentagem fixa para a estimativa da quantidade de excesso de peso metabolicamente activo, apesar do uso de 25% constituir prática comum. Ainda segundo a autora, parece não haver pesquisa original sobre a equação utilizada para o ajuste do peso.

Os resultados deste estudo reforçam a crítica de Ireton-Jones. De uma maneira geral, as estimativas obtidas por cada equação, foram melhores (considerando todas as análises efectuadas) quando o peso referido foi o utilizado.

Vários estudos, utilizando diferentes metodologias, têm comparado os valores do GER estimados e medidos. Segundo Frankenfield, et. al.⁴⁴, muitos autores utilizaram a análise da correlação, mas essa não mostra a potencial tendência sistemática de cada equação derivar sobrestimativas e subestimativas e, assim, grande variabilidade nos resultados individuais. Com o objectivo de dar ênfase às estimativas individuais, ao invés da colectiva, os autores consideraram a análise da exactidão das estimativas com base na frequência com que cada equação estima os valores medidos no intervalo de $\pm 10\%$ do valor medido. As estimativas, cujos valores encontravam-se dentro desse intervalo, foram consideradas exactas. Os autores também analisaram a precisão e a existência de viés nas estimativas. No presente estudo, utilizou-se a mesma metodologia para análise da exactidão e da presença de viés. Foi também analisada a presença de grandes erros, conforme método utilizado no estudo de Frankenfield, et.al.⁶¹.

Segundo o grupo de trabalho da ADA⁴⁴, após análise das evidências científicas, as equações indicadas para aplicação em doentes críticos foram a

de Penn-State (2003) para doentes não obesos e a de Ireton-Jones (1992) para os doentes obesos.

Com base nas análises feitas, a melhor equação para estimar o GER, na amostra estudada, foi a de Penn-State (2003) utilizando o peso referido. Contudo, deve-se considerar as grandes diferenças individuais que podem ser geradas por ela, relativamente aos valores medidos. Segundo Frankenfield, et.al. ⁴⁴, uma taxa de exactidão por volta de 50%, não parece adequada do ponto de vista clínico. No presente estudo, a melhor exactidão (36,7% das estimativas) foi obtida pela equação de Penn-State. Fica mais uma vez demonstrado que a CIR é o método de eleição para obtenção do GER de doentes críticos, principalmente dos valores individuais.

Um outro estudo feito por Frankenfield, et.al. ⁶¹ mostrou que a equação de Penn-State (2003) foi a melhor na estimativa do GER de doentes idosos obesos e não obesos e de doentes jovens não obesos. Para os doentes jovens obesos a equação de Ireton-Jones (1992) mostrou os melhores resultados. A amostra do presente estudo foi composta em sua maioria por doentes acima de 60 anos (59,1%). Todos os casos de obesidade (N=4) e a maioria dos casos de sobrepeso (6 de um total de 8) foram em doentes dessa faixa etária. Essas características da amostra justificam, em parte, os melhores resultados obtidos com a equação de Penn-State (2003).

O grupo de doentes a partir do qual as equações foram derivadas explica também os diferentes resultados obtidos com a aplicação de cada uma delas, na dependência do grupo de doentes críticos a ser estudado. A equação de Faisy, por exemplo, foi derivada de doentes críticos do foro médico e, realmente, não gerou os melhores resultados na amostra do presente estudo. O mesmo pode ser dito sobre os resultados obtidos com as equações de Harris e Benedict, derivadas de indivíduos saudáveis ³¹. As equações de Penn-State foram desenvolvidas a partir de dados de doentes críticos do foro médico, do cirúrgico e do pós-trauma, em diferentes dias de internamento e com a maioria dos doentes recebendo alimentação ⁴⁴, condições mais realistas para os SCI e mais próximas das condições observadas no presente estudo. Já as medições que serviram de base para a equação de Swinamer foram feitas nos primeiros dois dias de internamento no SCI, período em que os doentes ainda não recebiam alimentação ^{38,44}.

Nas equações de Ireton-Jones⁴⁷ e de Penn-State (2003)⁴⁴, segundo os próprios autores das equações, deve ser aplicado o peso actual dos doentes. Isso explica as melhores estimativas geradas por essas equações quando do uso do peso referido. Um inconveniente na equação de Ireton-Jones é a estimativa de um único valor de GER para todos os dias de internamento devido às variáveis nela consideradas. A aplicação de variáveis, cujos valores se alteram, no decorrer do internamento, como nas equações de Penn-State e de Faisy por exemplo, permite melhor adequação das estimativas às condições clínicas e ao grau de metabolismo dos doentes. Constatação semelhante foi, também, feita por Frankenfield, et.al.⁶¹.

Nenhuma equação aplicada em doentes críticos para estimar o gasto energético, e com isso, suas necessidades de energia, apresenta concordância de 100% com os valores medidos pela CIR⁴⁷. Atenção deve ser dada ao facto de o uso das equações mais exactas não garantir que a subalimentação e a sobrealimentação sejam evitadas⁴⁴. Por isso, é essencial a avaliação do doente, o planeamento e a monitorização do seu suporte nutricional de maneira individual e constante, principalmente nos doentes críticos.

A resposta à agressão, por parte dos doentes, promove aumento do gasto energético, com a percentagem de aumento variando de acordo com a situação. Em cirurgia "major", o GER pode aumentar entre 20% e 40%, no trauma grave, entre 20% e 50%¹, e no politraumatismo, à volta dos 50%³². O GER e o grau de metabolismo variam no decorrer dos dias após a agressão. Quando o trauma grave não apresenta factores que o torna complicado, o GER atinge seu valor máximo entre o terceiro e o quinto dia após agressão, diminuindo depois gradualmente. Quando o trauma é complicado por infecção, o GER aumenta mais do que na situação anterior, mantendo-se aumentado por maior tempo¹. Em geral, a fase hipermetabólica perdura até, aproximadamente, o terceiro dia após a agressão⁷⁶.

Além do hipermetabolismo, outro facto a se considerar é a variação que pode ocorrer no GER de dia para dia, em um mesmo indivíduo, como consequência do curso da resposta hipermetabólica; da administração de sedativos³², catecolaminas e analgésicos⁴³, por exemplo. Pode-se esperar variabilidade diária do GER entre 4% e 56%, sendo aumentada com o grau de severidade da doença⁷⁷. Neste estudo, a variabilidade média diária encontrada

foi de 13,8 ($\pm 16,46$) %, com a mínima de 0,5% e a máxima de 76,7%. Esse achado pode ser consequência das diferentes situações clínicas e respostas à doença dos doentes avaliados. No estudo de Reid ⁴⁵, essa variabilidade foi de 31,7 ($\pm 22,6$) %.

O grau de metabolismo do doente parece estar mais vinculado à sua resposta à agressão do que a outros factores como idade e IMC, por exemplo, não sendo, assim, possível o estabelecimento de padrões específicos. Frankenfield, et.al. ⁷⁸, por meio de estudo retrospectivo de 204 doentes críticos, observaram que todos os tipos de agressão desencadearam hipermetabolismo, e concluíram que, no seu desenvolvimento, a resposta do doente é mais determinante do que o tipo de agressão ou de doença. Chioléro, et.al. ¹ citaram dois estudos: um deles encontrou padrões de hipermetabolismo similares entre doentes idosos e doentes mais jovens, após grande trauma. O outro estudo observou aumentos similares no GER entre doentes obesos e doentes com peso adequado, também após grande trauma.

Brandi, et.al. ⁷² relataram ter observado, nos doentes por eles estudados, grau de metabolismo menor do que o reportado em estudos anteriores. Uma das possíveis causas dadas pelos autores para essa diferença foi o uso de sedativos, levando à redução da resposta hipermetabólica ⁷². O estudo de Bruder, et.al. ³⁶ suporta esta explicação. Esses autores avaliaram o grau de metabolismo de quatro grupos de doentes sob diferentes sedativos, sendo que em um dos grupos não havia administração dos fármacos. Eles concluíram que a sedação exerceu grande efeito sobre o GER e que o fármaco usado não causou diferença no grau de metabolismo.

Na amostra estudada, prevaleceu a ocorrência de hipermetabolismo. Contudo, observou-se situação de hipometabolismo, principalmente, nos primeiros três dias de internamento. Já nos dias 6 e 7 de internamento, observou-se, exclusivamente, a de hipermetabolismo. Questiona-se a possibilidade do observado ter sido consequência do pesado grau de sedação dos doentes, nos primeiros dias, e/ou do tipo de resposta à agressão desenvolvido por alguns doentes. A sugestão da influência da sedação é reforçada pelo facto de, no dia 6 de internamento, os doentes terem apresentado, prevalentemente, grau de sedação moderado, e de no dia 7 de internamento, os doentes avaliados não estarem sob sedação.

De maneira geral, observou-se aumento do GER e do grau de metabolismo no decorrer dos primeiros sete dias de internamento, com os maiores valores, em média, encontrados no sexto dia de internamento.

Apesar da correlação muito fraca e não significativa entre as doses de sedativos e o GER, o uso desses fármacos determinou, em média, valores significativamente menores, quando comparado ao não uso, demonstrando a influência dos sedativos sobre o GER e, provavelmente, a sensibilidade individual às doses dos fármacos.

O GER apresentou coeficiente de correlação com o peso referido ($R=0,57$) muito próximo daqueles observados com o peso actual, no estudo de Faisy³⁵ ($R=0,53$). Contudo, neste estudo, o peso teórico ideal foi o que mostrou melhor coeficiente de correlação, provavelmente, por influência da altura referida usada em seu cálculo. A altura referida apresentou correlação ($R=0,67$) com o GER maior do que a do peso referido ($R=0,57$).

Brandi, et.al.⁷² e Faisy, et.al.³⁵ encontraram correlação entre o GER e o peso; a altura; a temperatura e o volume minuto, assim como neste estudo.

No presente trabalho, o SAPS II apresentou correlação significativa, porém fraca, com o GER, o que não foi encontrado por Brandi, et.al.⁷². Esse resultado discordante tem como provável causa o maior número de avaliações neste estudo em comparação ao estudo de Brandi, et.al. Com relação à Escala de Coma de Glasgow, não foi encontrada correlação significativa com o GER, tanto no estudo de Brandi, et.al. como no presente estudo.

Os resultados obtidos reforçam o papel do peso, da altura, da temperatura e do volume minuto na determinação do GER, apontando, também, um promissor papel para a proteína C-reativa, possivelmente como meio de quantificar/avaliar a magnitude da resposta do doente à agressão. Contudo, ainda não está definido seu papel como marcador da resolução da doença crítica¹⁶.

Outro tópico relativo ao doente crítico, considerado neste estudo, foi a quantidade efectiva de energia fornecida, analisada com base em sua percentagem relativamente ao gasto energético medido. O interesse nessa análise surgiu do facto de que, tão importante como determinar a necessidade de energia do doente, é monitorizar a quantidade de energia fornecida em função da sua necessidade. Para tal análise e discussão, foram considerados

somente trabalhos que, também, compararam o fornecimento de energia com o GER medido. Alguns estudos (McClave, et.al., 1999; De Jonghe, et.al., 2001; Krishnan, et.al., 2003; Umali, et.al., 2006; Kyle, et.al., 2006; O'Meara, et.al., 2008) não utilizaram a CIR na determinação da quantidade de energia a ser fornecida ao doente e, por isso, não foram aqui considerados.

Este estudo teve o intuito de “fotografar” a situação do fornecimento de energia aos doentes, nos dias de medição do GER durante os primeiros sete dias de internamento, sem procurar os motivos para os resultados encontrados. A análise desses motivos, por si só, seria um trabalho a parte.

Sobre este tópico couberam duas avaliações: uma sobre o início do suporte nutricional, e outra sobre a percentagem de energia efectivamente fornecida.

A avaliação do início do suporte nutricional foi feita com base nos dias de internamento. Um pouco mais da metade dos doentes incluídos no estudo, iniciaram suporte nutricional até ao segundo dia de internamento. Até ao quarto dia, somente um doente (internado por motivo cirúrgico) não o tinha iniciado e dois doentes não o iniciaram. De toda a amostra somente um doente recebeu nutrição parentérica. Tais resultados estão de acordo com a recomendação de iniciar a alimentação entérica, o mais precocemente possível ⁵⁰.

Relativamente à quantidade de alimentação entérica a ser fornecida ao doente, as últimas recomendações da European Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN), do ano de 2006, não indicam nenhum valor específico, mas recomendam que essa deve ser ajustada à situação clínica e à tolerância gastrointestinal dos doentes ⁵⁰.

São considerados objectivos do suporte nutricional no doente crítico: fornecer quantidade adequada à situação clínica do doente; prevenir deficiências nutricionais; evitar complicações provenientes do suporte nutricional; e melhorar os resultados clínicos do doente. Para que esses objectivos sejam alcançados, alguns autores questionam se é imprescindível que os doentes recebam efectivamente a quantidade de energia estabelecida como meta. Os estudos mostram que, na realidade, os doentes recebem percentagens variadas das suas necessidades de energia. Nesse contexto, há investigadores contra e à favor do fornecimento de dieta hipoenergética/hipocalórica aos doentes críticos ⁵¹. Não há, ainda, um

consenso sobre a percentagem adequada de energia a ser fornecida aos doentes ^{49,51,52}, visto que, também, a relação entre ingestão entérica óptima e resultados clínicos importantes ainda não foi estabelecida ⁵³.

Stapleton, et.al. ⁵¹, baseados em sua revisão da literatura, afirmaram que os doentes podem ser beneficiados com fornecimento de energia acima de 66% de suas necessidades, mantendo a totalidade das mesmas como meta. Ao analisarem estudos randomizados controlados, observaram que estes sugeriram que a maior quantidade de energia fornecida associou-se a melhores resultados clínicos; que nenhum dos estudos que verificaram bons resultados alcançou a meta de fornecimento de energia, contudo aumentaram a proporção fornecida; e que não foram verificados benefícios da suplementação da nutrição entérica com nutrição parentérica.

Os dados do estudo de HISE, et.al. ⁷⁹, em doentes críticos dos foros médico e cirúrgico, mostraram que aqueles que receberam mais de 81% de suas necessidades de energia tiveram tempo de internamento hospitalar total e no SCI mais prolongado. Segundo os autores, os doentes que receberam maior quantidade de energia, não foram sobrealimentados. Eles recomendaram a monitorização de todas as fontes de energia fornecidas aos doentes e a consideração de limitar o fornecimento de energia a 80% do objectivo estipulado.

No cálculo do fornecimento total de energia, a quantidade proveniente dos soros glicosados e do propofol foram considerados. Provavelmente, se fosse considerada somente a quantidade de energia proveniente do suporte nutricional, a percentagem de fornecimento, ao menos em média, seria menor.

Em trabalho sobre a adequação do fornecimento de energia aos doentes críticos, O'Leary-Kelley, et.al. ⁵³, avaliaram 25 doentes submetidos à CIR. Nesse grupo, a diferença entre as necessidades médias medidas e a média de ingestão diária de energia não foi significativa. Contudo, a análise dos dados feita dessa maneira não permite a observação da adequação diária, ou seja, da ocorrência de subalimentação, adequação ou sobrealimentação a cada dia.

Com base nas medições do GER realizadas, após o início do suporte nutricional (considerando todos os dias de alimentação), observou-se que, em média, os doentes receberam 69% de suas necessidades.

Ao considerar o período a partir do terceiro dia de alimentação, observou-se que as necessidades médias de energia foram maiores do que as do período total (após o início do suporte nutricional). O valor absoluto e a percentagem de energia fornecidos foram, em média, também maiores, mas não alcançaram 80%.

Ao analisar os intervalos de adequação do fornecimento de energia, por dia de suporte nutricional (gráfico 5), observou-se a prevalência do fornecimento de energia em quantidade abaixo de 80% das necessidades.

Ao considerar a análise do grau de metabolismo e da adequação do fornecimento de energia, após o início do suporte nutricional (tabela 21), observou-se que as medições que mostraram hipometabolismo e fornecimento de energia abaixo de 80% do GER foram de doentes entre o primeiro e o segundo dia de alimentação. O normometabolismo não determinou melhor adequação do fornecimento de energia. Nos dias de medição que mostraram hipermetabolismo, não houve fornecimento de energia acima de 110% do GER medido.

Mesmo a partir do terceiro dia de suporte nutricional (tabela 22), quando teoricamente a maioria dos doentes já poderiam receber o total da carga de energia estipulada como meta, prevaleceu o fornecimento de energia em quantidades abaixo de 80% do GER medido. Neste período, entre o terceiro e o sexto dia de alimentação, verificou-se a existência, praticamente exclusiva, de hipermetabolismo, entre os doentes avaliados.

Não foram apresentados dados sobre o sétimo dia de alimentação porque os doentes que iniciaram suporte nutricional no primeiro dia de internamento, não tiveram seu GER medido no sétimo dia de internamento (também, sétimo dia de suporte nutricional).

Neste estudo, não foi encontrada correlação significativa, mas uma sugestão de tendência à redução do fornecimento de energia a partir do terceiro dia de alimentação, com o aumento do grau de metabolismo. Esses resultados podem ser indicativos da influência dos factores, que determinam o grau de metabolismo, sobre o aporte de energia. Relativamente ao GER, tal tendência também se mostrou, além da correlação significativa entre este e a percentagem de energia fornecida. A maior ou menor percentagem de fornecimento de energia pareceu estar mais relacionada ao gasto/necessidade

de energia do que à quantidade absoluta fornecida. Mesmo quando a quantidade de energia fornecida aumentou, caso a necessidade do doente fosse maior naquele dia, a percentagem fornecida reduziu.

McClave, et.al.⁷⁴ observaram correlação inversa entre o grau de metabolismo e o fornecimento de energia. Os autores observaram, ainda, que a maioria dos doentes foi sobrealimentada, após atingirem a meta de fornecimento de energia estabelecida. Na análise, os autores consideraram como necessidade de energia o valor do GER medido adicionado de 10%. Caso os autores tivessem considerado como necessidade de energia o valor do GER sem nenhuma adição, é provável que a percentagem de doentes sobrealimentados fosse ainda maior.

Engel, et.al.⁵² avaliaram 60 doentes apenas em nutrição entérica, por pelo menos 10 dias, considerando dieta adequada o fornecimento de mais de 80% do valor de energia considerado meta, após o terceiro dia de suporte nutricional. Foi fornecido, em média, 71% das necessidades de energia dos doentes, com apenas 35% deles tendo atingido 80% da meta.

No presente trabalho, após o terceiro dia de suporte nutricional, em média, foi fornecido aos doentes 75,9% de suas necessidades. Do total de 24 medições feitas no período em questão, 10 delas (42%) mostraram adequação no fornecimento de energia. Destaca-se que, no segundo dia de alimentação, já foram observados casos de fornecimento adequado de energia.

Neste trabalho, verificou-se que, de uma maneira geral, prevaleceu o fornecimento de energia abaixo de 80% das necessidades dos doentes, o que pode caracterizar dieta hipoenergética. Não há evidências concretas do papel prejudicial da dieta hipoenergética, nos primeiros dias após admissão ao SCI. Contudo, estudos demonstram relação directa entre balanço energético negativo e complicações, durante a primeira semana de internamento, além de haver fortes evidências contra o fornecimento limitado de energia por mais de 96h⁸⁰.

A ideologia da dieta hipoenergética baseia-se na capacidade de adaptação do organismo, que reduz em algum grau o gasto energético⁸⁰. Questiona-se se tal cabe ao doente crítico, por eles não se adaptarem ao jejum da mesma maneira que os indivíduos saudáveis (não ocorre redução do gasto

energético) ¹. Segundo Rocha, et.al. ⁴², é adequado ajustar o fornecimento de energia ao gasto energético.

Não só a oferta adequada de energia ao doente crítico é importante. A via pela qual é administrada parece ter também sua importância, uma vez que não há evidências de que a diminuição do déficit no fornecimento de energia, por meio da administração conjunta de nutrição entérica e nutrição parentérica, promova melhores resultados clínicos ⁵¹.

A tolerância do doente ao suporte nutricional é um dos aspectos fundamentais para o adequado fornecimento de energia. Entre os doentes com lesão neurológica, maioria neste estudo, um achado comum é a disfunção do trato gastrointestinal. A pressão intracraniana elevada é capaz de alterar o esvaziamento gástrico. Além disso, o uso de analgesia e sedação também concorrem para o pior funcionamento do trato gastrointestinal. Essas alterações podem incidir em até 100% dos casos e iniciam-se logo após a lesão ⁸¹.

Os resultados observados, neste estudo, juntamente com os relatos da literatura, comprovam a importância da avaliação do doente, do planejamento de seu suporte nutricional, bem como de sua monitorização, feitos de maneira individual e constante.

5. Conclusão

A comparação entre o GER estimado pelas cinco equações consideradas neste estudo e o GER, medido pela CIR, indicou a equação de Penn-State (2003), utilizando o peso referido, como melhor opção para a estimativa do gasto/necessidade de energia dos doentes.

Na amostra de doentes estudada, observou-se correlação significativa entre o GER medido e os seguintes parâmetros: grau de sedação; todas as temperaturas, principalmente, a temperatura máxima do dia anterior à medição; SAPS II; volume corrente; volume minuto; proteína C-reactiva; peso referido; peso teórico ideal; altura referida; e altura estimada pelo CoAB.

A avaliação da quantidade efectiva de energia fornecida aos doentes mostrou a prevalência do fornecimento de energia abaixo de 80% das necessidades medidas (subalimentação).

Pode-se dizer que os resultados, aqui encontrados, são relativos a doentes neurocirúrgicos, não devendo ser extrapolados para outros grupos de doentes.

6.Referências Bibliográficas

1. Chioléro R, Revely J-P, Tappy L. Energy metabolism in Sepsis and Injury. *Nutrition*. 1997; 13(9 Suppl): 45S-51S.
2. Smith MK, Lowry SF. The Hypercatabolic State. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC, editores. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 9ªed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1999. Cap.96, p.1555-1568.
3. Ravasco P, Camilo ME, Gouveia-Oliveira A, Adam S, Brum G. A critical approach to nutritional assessment in critically ill patients. *Clinical Nutrition*. 2002; 21(1): 73-77.
4. Norman K, Pichard C, Lochs H, Pirlich M. Prognostic impact of disease-related malnutrition. *Clinical Nutrition*. 2008; 27: 5-15.
5. Anderson KN, Anderson LE, Glanze WD, editores. *MOSBY'S Medical, Nursing & Allied Health Dictionary*. 5ªed. St.Louis: Mosby; 1998. Intensive care; p.848.
6. Moreno R, Vincent J-L, 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. *Intensive Care Med*. 1999; 25: 686-696.
7. Lüthold S, Berneis K, Bady P, Müller B. Effects of infectious disease on plasma lipids and their diagnostic significance in critical illness. *Eur J Clin Invest*. 2007; 37(7): 573-579.
8. Levy MM, Fink MP, Marshall JC, Abraham E, Angus D, Cook D, et al. 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference. *Crit Care Med*. 2003; 31(4): 1250-1256.
9. Rivera-Fernández R, Nap R, Vázquez-Mata G, Miranda DR. Analysis of physiologic alterations in intensive care unit patients and their relationship with mortality. *Journal of Critical Care*. 2007; 22: 120-128.
10. Le Gall J-R, Lemeshow S, Saulnier F. A New Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) Based on a European/North American Multicenter Study. *JAMA*. 1993; 270(24): 2957-2963.
11. Bedell EA, Prough DS. Neurologic and Intracranial Pressure Monitoring. In: Irwin RS, Rippe JM. *Irwin & Rippe's Intensive Care Medicine*. 6th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 2007. Cap.28, p. 274-288.
12. Lumb PD, Gallagher TJ. Sedatives and Muscle Relaxants in the Intensive Care Unit. In: Shoemaker WC, Ayres SM, Grenvik A, Holbrook PR. *Textbook of Critical Care*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1995. Cap. 128, p.1163-1176.

13. Sociedade Brasileira de Terapia Intensiva [homepage]. São Paulo: SOBRATI [citado em 2008 Ago 25]. Escala de Ramsay-UTI-Terapia Intensiva. Disponível em: <http://www.medicinaintensiva.com.br/ramsay-escala.htm>
14. Giovannini I, Boldrini G, Chiarla C, Giuliante F, Vellone M, Nuzzo G. Pathophysiologic correlates of hypocholesterolemia in critically ill surgical patients. *Intensive Care Med.* 1999; 25: 748-751.
15. Gordon BR, Parker TS, Levine DM, Saal SD, Wang JCL, Sloan B-J, et al. Relationship of hypolipidemia to cytokine concentrations and outcomes in critically ill surgical patients. *Crit Care Med.* 2001; 29(8): 1563-1568.
16. Ho KM, Lee KY, Dobb GJ, Webb SAR. C-reactive protein concentration as a predictor of in-hospital mortality after ICU discharge: a prospective cohort study. *Intensive Care Med.* 2008; 34: 481-487.
17. Sabol VK. Nutrition Assessment of the Critically ill Adult. *AACN Clinical Issues.* 2004; 15(4): 595-606.
18. Graves C, Saffle J, Morris S. Comparison of Urine Urea Nitrogen Collection Times in Critically Ill Patients. *Nutrition in Clinical Practice.* 2005; 20(2): 271-275.
19. Valenza F, Aletti G, Fossali T, Chevillard G, Sacconi F, Irace M, et al. Lactate as a marker of energy failure in critically ill patients: hypothesis. *Critical Care.* 2005; 9(6): 588-593.
20. Shrouts EP, Fish JA, Pesce-Hammond K. Nutrition Assessment. In: Souba Jr WW, editor. *The A.S.P.E.N. Nutrition Support Practice Manual.* 1998. Cap.1, p. 1.1-1.17.
21. Trujillo EB, Robinson MK, Jacobs DO. Critical Illness. In: Klein S, editor. *The A.S.P.E.N. Nutrition Support Practice Manual.* 1998. Cap.18, p. 18.1-18.14.
22. Amaral TF, Paiva I. Validity of referred weight by hospital inpatients. [resumo]. *Clinical Nutrition.* 2003; 22(Suppl.1): p. S10.
23. Determann RM, Wolthuis EK, Spronk PE, Kuiper MA, Korevaar JC, Vroom MB, et al. Reliability of Height and Weight Estimates in Patients Acutely Admitted to Intensive Care Units. *Critical Care Nurse.* 2007; 27(5): 48-55.
24. Lee RD, Nieman DC. Assessment of the hospitalized patient. In: *Nutritional Assessment.* New York: McGraw Hill; 2007. Cap.7, p. 222-260.

25. Coelho MASC, Amorim RB. Avaliação Nutricional em Geriatria. In: Duarte ACG, editor. Avaliação Nutricional: Aspectos Clínicos e Laboratoriais. São Paulo: Atheneu; 2007. Cap.15, p.155-176.
26. Preiser J-C, Chioléro R, Wernerman J. Nutritional papers in ICU patients: what lies between the lines? *Intensive Care Med.* 2003; 29: 156-166.
27. Rocha EEM. A determinação do gasto energético em pacientes críticos. In: Azevedo JRA, Loss SH, Ferro HC, editores. *Nutrição Parenteral e Enteral em UTI.* Rio de Janeiro: Atheneu; 2001. Vol.11, Cap.1, p.1-23.
28. Diener JRC. Calorimetria indireta. *Rev Ass Med Brasil.* 1997; 43(3): 245-253.
29. Groff JL, Gropper SS, Hunt SM. Energy Balance and Weight Control. In: *Advanced Nutrition and Human Metabolism.* 2nd ed. Minneapolis: West Publishing; 1995. Cap.15, p. 466-487.
30. Miles JM. Energy Expenditure in Hospitalized Patients: Implications for Nutritional Support. *Mayo Clin Proc.* 2006; 81(6): 809-816.
31. Rocha EEM, Alves VGF, Silva MHN, Chiesa CA, Fonseca RBV. Can measures resting energy expenditure be estimated by formulae in daily clinical nutrition practice? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005; 8: 319-328.
32. Battezzati A, Viganò R. Indirect calorimetry and nutritional problems in clinical practice. 2001; 38: 1-5.
33. Terao Y, Miura K, Saito M, Sekino M, Fukusaki M, Sumikawa K. Quantitative analysis of the relationship between sedation and resting energy expenditure in postoperative patients. 2003; 31(3): 830-833.
34. Hoher JA, Teixeira PJZ, Hertz F, Moreira JS. A Comparison Between Ventilation Modes: How does Activity Level Affect Energy Expenditure Estimates? *JPEN.* 2008; 32(2): 176-183.
35. Faisy C, Guerot E, Diehl J-L, Labrousse J, Fagon J-Y. Assessment of resting energy expenditure in mechanically ventilated patients. *Am J Clin Nutr.* 2003; 78: 241-249.
36. Bruder N, Raynal M, Pellissier D, Courtinat C, Francois G. Influence of body temperature, with or without sedation, on energy expenditure in severe head-injured patients. *Crit Care Med.* 1998; 26(3): 568-572.
37. Wahrlich V, Anjos LA. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. *Cad Saúde Pública,* Rio de Janeiro. 2001; 17(4): 801-817.

38. MacDonald A, Hildebrandt L. Comparison of Formulaic Equations to Determine Energy Expenditure in the Critically Ill Patient. *Nutrition*. 2003; 19(3): 233-239.
39. Matarese LE. Indirect calorimetry: Technical aspects. *J Am Diet Assoc*. 1997; 97(10 Suppl.2): S154-S160.
40. Santos CT, Castanho IA, Naegeli MST, Rodrigues MG, Cunha S. Calorimetria Indireta no Paciente Crítico. In: Duarte ACG, editor. *Avaliação Nutricional: Aspectos Clínicos e Laboratoriais*. São Paulo: Atheneu; 2007. Cap.30, p.289-293.
41. Deltatrac II MBM-200 Metabolic Monitor Operator's Manual. Datex; March 1994.
42. Rocha EEM, Alves VGF, Fonseca RBV. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006; 9: 247-256.
43. Zijlstra N, ten Dam SM, Hulshof PJM, Ram C, Hiemstra G, RoosNM. 24-Hour Indirect Calorimetry in Mechanically Ventilated Critically Ill Patients. *Nutrition in Clinical Practice*. 2007; 22(2): 250-255.
44. Frankenfield D, Hise M, Malone A, Russell M, Gradwell E, Compher C. 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): 1552-1561.
45. Reid CL. Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clinical Nutrition*. 2007; 26(5): 649-657.
46. Zauner A, Schneeweiss B, Kneidinger N, Lindner G, Zauner C. Weight-adjusted resting energy expenditure is not constant in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2006; 32: 428-434.
47. Ireton-Jones C. Adjusted Body Weight, Con: Why Adjusted Body Weight in Energy Expenditure Calculations? *Nutrition in Clinical Practice*. 2005; 20(4): 474-479.
48. Savard J-F, Faisy C, Lerolle N, Guerot E, Diehl J-L, Fagon J-Y. Validation of a predictive method for an accurate assessment of resting energy expenditure in medical mechanically ventilated patients. *Crit Care Med*. 2008; 36(4): 1175-1183.
49. Petros S, Engelmann L. Enteral nutrition delivery and energy expenditure in medical intensive care patients. *Clinical Nutrition*. 2006; 25: 51-59.

50. Kreyman KG, Berger MM, Deutz NEP, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive care. *Clinical Nutrition*. 2006; 25: 210-223.
51. Stapleton RD, Jones N, Heyland DK. Feeding critically ill patients: What is the optimal amount of energy? *Crit Care Med*. 2007; 35(9 Suppl): S535-S540.
52. Engel JM, Mühling J, Junger A, Menges T, Kärcher B, Hempelmann G. Enteral nutrition practice in a surgical intensive care unit: what proportion of energy expenditure is delivered enterally? *Clinical Nutrition*. 2003; 22(2): 187-192.
53. O'Leary-Kelley CM, Puntillo KA, Barr J, Stotts N, Douglas MK. Nutritional Adequacy in Patients Receiving Mechanical Ventilation Who are Fed Enterally. *Am J Crit Care*. 2005; 14(3): 222-231.
54. Kemper M, Weissman C, Hyman AI. Caloric requirements and supply in critically ill surgical patients. *Crit Care Med*. 1992; 20(3): 344-348.
55. Souza MHL, Elias DO. Fisiologia Respiratória. In: Fundamentos da Circulação Extracorpórea. [livro na internet]. Brasil: Perfusion Line; 2006. Cap.4, p. 74-89. [citado em 2008 Fev]. Disponível em: <http://perflin.com/livro/index.html>
56. British Association of Parenteral and Enteral Nutrition. The "MUST" itself. [guia eletrônico]. Redditch: BAPEN; 2004. [citado em 2007 Jun]. Disponível em: http://www.bapen.org.uk/pdfs/must/must_page6.pdf
57. Metropolitan Life Foundation. 1983 Metropolitan Height and weight tables. *Statistical Bulletin*. 1983; 64(1): 2-9.
58. DuBois D, DuBois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med*. 1916; 17: 863-871.
59. Varon J, Marik PE. Multiple Organ Dysfunction Syndrome. In: Irwin RS, Rippe JM. *Irwin and Rippe's Intensive Care Medicine*. 6th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 2007. Cap.164, p. 1870-1873.
60. Brandi LS, Bertolini R, Calafà M. Indirect Calorimetry in Critically Ill Patients: Clinical Applications and Practical Advice. *Nutrition*. 1997; 13(4): 349-358.
61. Frankenfield D, Smith JS, Cooney RN. Validation of 2 Approaches to Predicting Resting Metabolic Rate in Critically Ill Patients. *JPEN*. 2004; 28(4): 259-264.

62. 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.
63. Daniel WW. *Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences.* 7th ed. New York: John Wiley & Sons; 1999.
64. Shils ME, Brown RO. Parenteral Nutrition. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC, editores. *Modern Nutrition in Health and Disease.* 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1999. Cap. 101, p. 1657-1688.
65. Curso de reciclagem – Sedação em Terapia Intensiva do Instituto Neurológico, Cardiológico e de Terapia Intensiva. [homepage]. A importância da sedação em UTI. São Paulo:INETI; 2002. [citado em 2008 Ago 25]. Disponível em: <http://ineti.med.br/portugues/protocolos/txts/sedacao%20IV.pdf>
66. Lord L, Trumbore L, Zaloga G. Enteral Nutrition Implementation and Management. In: Kohn-Keeth C, editora. *The A.S.P.E.N. Nutrition Support Practice Manual.* ASPEN; 1998. Cap.5, p.5.1-5.16.
67. Finney DJ. *Statistics for Biologists.* London: Chapman and Hall, 1980.
68. Leary TS, Milner JW, Niblett DJ. The accuracy of the estimation of body weight and height in the intensive care unit. *Eur J of Anaesthesiology.* 2000; 14: 698-703.
69. Hickson M, Frost G. A comparison of three methods for estimating height in the acutely ill elderly population. *J Hum Nutr Dietet.* 2003; 16: 13-20.
70. Sociedade Francesa de Anestesia e de Reanimação [homepage]. Paris: SFAR [citado em 2007 Jun]. SAPS II. Disponível em: <http://www.sfar.org/scores2/saps2.html>
71. Sociedade Francesa de Anestesia e de Reanimação [homepage]. Paris: SFAR [citado em 2007 Jun]. SOFA. Disponível em: <http://www.sfar.org/scores2/sofa2.html>
72. Brandi LS, Santini L, Bertolini R, Malacarne P, Casagli S, Baraglia AM. Energy expenditure and severity of injury and illness indices in multiple trauma patients. *Crit Care Med.* 1999; 27(12): 2684-2689.
73. Haugen HA, Chan L-N, Li F. Indirect Calorimetry: A Practical Guide for Clinicians. *Nutrition in Clinical Practice.* 2007; 22(4): 377-388.
74. McClave SA, Lowen CC, Kleber MJ, Nicholson JF, Jimmerson SC, McConnell JW, et al. Are Patients Fed Appropriately According to Their Caloric Requirements? *JPEN.* 1998; 22(6): 375-381.

75. Schoeller DA. Making Indirect Calorimetry a Gold Standard for Predicting Energy Requirements for Institutionalized Patients. [editorial] *J Am Diet Assoc.* 2007; 107(3): 390-392.
76. Rasslan S, Candelárias P. Trauma. In: Waitzberg DL, editor. *Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática Clínica.* 3ª ed. São Paulo: Atheneu; 2000. Vol.2.Cap. 84, p.1325-1337.
77. Joosten KFM. Why indirect calorimetry in critically ill patients: what do we want to measure? [editorial] *Intensive Care Med.* 2001; 27: 1107-1109.
78. Frankenfield DC, Smith Jr JS, Cooney RN, Blosser SA, Sarson GY. Relative association of fever and injury with hypermetabolism in critically ill patients. *Injury.* 1997; 28(9-10): 617-621.
79. Hise ME, Halterman K, Gajewski BJ, Parkhurst M, Moncure M, Brown JC. Feeding Practices of Severely Ill Intensive Care Unit Patients: An Evaluation of Energy Sources and Clinical Outcomes. *J Am Diet Assoc.* 2007; 107(3): 458-465.
80. Berger MM, Chioléro RL. Hypocaloric feeding: pros and cons. *Curr Opin Crit Care.* 2007; 13: 180-186.
81. Iscra F, Piller F, Biancardi B. Impact of neurointensive treatment on metabolism and nutrition. *Nutritional Therapy & Metabolism.* 2008; 26(1): 23-31.