UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

PRISCILA GIACOMO FASSINI

**Gasto energético de pacientes com síndrome do intestino curto:
avaliação pelo método da água duplamente marcada**

Ribeirão Preto

2016

PRISCILA GIACOMO FASSINI

**Gasto energético de pacientes com síndrome do intestino curto:
avaliação pelo método da água duplamente marcada**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Ciências Médicas.

Área de concentração: Investigação Biomédica

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ferrioli

Ribeirão Preto

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Fassini, Priscila Giacomo

Gasto energético de pacientes com síndrome do intestino curto: avaliação pelo método da água duplamente marcada. Ribeirão Preto, 2016.

115 p. : il. ; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Clínica Médica.

Orientador: Ferriolli, Eduardo.

1. Síndrome do intestino curto. 2. Metabolismo energético. 3. Requerimento energético. 4. Água duplamente marcada. 5. Gasto energético total.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Fassini, P. G. **Gasto energético de pacientes com síndrome do intestino curto: avaliação pelo método da água duplamente marcada.** Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências Médicas.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Dedico este trabalho aos pacientes portadores de Síndrome do Intestino Curto.

E aos meus amados pais João Carlos e Mércia.

Agradecimentos

AGRADEÇO:

A **Deus**, pela vida e por me permitir viver o privilégio desta caminhada como doutoranda.

Ao **Prof. Dr. Eduardo Ferriolli**, por ser, além de um orientador admirável, um grande amigo e inspiração de conduta profissional e pessoal. Obrigada por me acolher nos momentos difíceis e me direcionar na vida acadêmica e pessoal. Sou uma felizarda e me sinto muito honrada pela oportunidade de aprender com você!

Ao **Prof. Dr. Júlio Sérgio Marchini**, pela grandiosa oportunidade e contribuição, pelo carinho com que me acolheu e orientou ao longo deste trabalho. Seus ensinamentos foram fundamentais para o meu crescimento. Obrigada pela confiança em mim depositada!

À **Dra. Karina Pfrimer**, pela inestimável ajuda e preciosas sugestões durante todo o desenvolvimento deste trabalho, pelo carinho, apoio e amizade.

À **Profa. Dra. Vivian Marques Miguel Suen**, por todo o carinho, por acreditar em mim, e me ajudar a concretizar um grande sonho, o meu doutorado sanduíche.

À **PhD Sai Krupa Das**, pela amizade e ensinamentos valiosos. Por me receber com tanto carinho no meu estágio sanduíche na Tufts University, fazendo com que eu me sentisse em casa. Um dos momentos mais importantes de aprendizado em minha vida!

À **PhD Susan Roberts** e toda a **equipe** do Laboratório de Metabolismo Energético do HNRCA - Tufts University, pela afetuosa recepção e por toda a ajuda oferecida neste período especial do meu doutorado.

À **Carrie Brown** e **Prof Dr. Jair Licio Ferreira Santos** pela atenção e assistência na análise estatística dos dados desta pesquisa.

Aos **membros da banca avaliadora** desta tese: Prof. Dr. Anderson Marliere Navarro, Profa. Dra. Carla Barbosa Nonino, Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas e Profa. Dra. Telma Maria Braga Costa, pela colaboração e sugestões enriquecedoras ao trabalho.

À **equipe da Unidade Metabólica** do HCFMRP/USP: Rosário, Dr. Fernando, Mayara, Nelma, residentes e aprimorandas, pela ajuda indispensável na fase da coleta de dados.

Ao **Dr. Fernando Chueire** pela ajuda na revisão cuidadosa dos prontuários dos pacientes.

À **equipe de Dados Médicos e Assessoria de Imprensa** do HCFMRP/USP, pelo suporte imprescindível no recrutamento de voluntários desta pesquisa.

Ao **Giba**, técnico do Laboratório de Espectrometria de Massas, por toda a colaboração, carinho e amizade.

À **Michele**, Programa de Auxílio à Pesquisa da FMRP/USP, por toda a ajuda e orientação na administração do auxílio à pesquisa deste projeto.

Ao **Programa de Pós-graduação** da FMRP/USP, pelo apoio e suporte neste processo.

À **Cristina**, Biblioteca Central da USP, pela atenção e correções fundamentais à esta tese.

Aos **docentes da USP**, o meu sincero agradecimento pelo conhecimento disponibilizado e pela contribuição fundamental em minha formação acadêmica e pessoal.

À **Aureluce Demonte**, pela valiosa amizade e incentivo, por nunca deixar de me orientar.

À **Fer**, pela constante e preciosa ajuda, incentivo e amizade, por ser uma grande irmã e iluminar os meus dias. Obrigada por ser tão especial e por fazer parte da minha vida!

Ao **Caio, Davi, e família**, pela importante ajuda, incentivo, carinho e amizade dedicados durante esta caminhada.

Aos **amigos de Ribeirão Preto**, por me acolherem carinhosamente, por todos os momentos de ajuda e distração. Vocês fizeram deste processo um período muito feliz.

Aos **amigos de Boston**, amizade valiosa que amenizou a saudade de casa e trouxe mais vida a este momento tão importante. Aprendi muito com vocês.

À **minha família**, pelo carinho, amor e apoio incondicional em cada novo desafio, vocês são o meu porto seguro.

À **FAEPA** – Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Assistência do HCFMRP/USP, processos 450/2013 e 452/2013, pelo suporte na compra de matérias da pesquisa.

À **FAPESP** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo respaldo científico e financeiro concedendo a bolsa de doutorado (processo 2012/22543-3), auxílio à pesquisa (processo 2012/22542-7) e de estágio sanduíche (processo 2014/14217-4).

E aos **voluntários da pesquisa**. Sem vocês a realização deste trabalho não seria possível.

Dizer-lhes muito obrigada é muito pouco e não expressa em plenitude toda a gratidão e carinho que sinto por vocês!

Epígrafe

*O cientista não é o homem que fornece as verdadeiras respostas; é quem faz as
verdadeiras perguntas.*

Claude Lévi-Strauss

Resumo

RESUMO

FASSINI, P. G. **Gasto energético de pacientes com síndrome do intestino curto: avaliação pelo método da água duplamente marcada.** 2016. 115 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

Introdução: A síndrome do intestino curto (SIC) representa um estado clínico de má absorção grave, e a gestão dietética de pacientes com SIC é extremamente desafiadora. Uma vez que o grau de desnutrição é frequentemente considerável, a intervenção dietética bem sucedida depende da estimativa mais exata possível das necessidades energéticas para prever as metas da terapia nutricional. **Objetivo:** Quantificar o gasto energético total (GET) em pacientes com SIC pelo método da água duplamente marcada (ADM). **Materiais e Métodos:** Neste estudo observacional, o GET foi mensurado pelo método da água duplamente marcada em 22 voluntários, 11 com SIC e 11 controles pareados por sexo, idade e IMC (grupo Controle). O GET foi estimado pela equação de Escott-Stump e a partir de acelerômetro, e foi comparado com o GET determinado pela ADM. O gasto energético em repouso (GER) foi mensurado por calorimetria indireta (CI) e comparado com o GER estimado pela equação de Harris e Benedict. O acelerômetro também foi utilizado para estabelecer o nível de atividade física. **Resultados:** Os participantes tinham idade (média $\pm$ DP) de 53 ± 8 anos. O GET medido por ADM foi significativamente menor no grupo SIC comparado ao grupo Controle ($p < 0,01$); no entanto, o GET estimado não diferiu significativamente entre os grupos. O GET medido foi significativamente maior do que o GET estimado por fórmula no grupo SIC, (respectivamente 1875 ± 276 e 1517 ± 175 kcal/dia, $p < 0,01$), assim como para o grupo Controle (2393 ± 445 e 1532 ± 178 kcal/dia, $p < 0,01$). No entanto, o GET medido foi significativamente menor do que o GET predito a partir do acelerômetro no grupo SIC (2075 ± 298 kcal/dia, $p = 0,02$), e não diferiu significativamente no grupo Controle (2207 ± 355 kcal/dia, $p = 0,21$). Não foram verificadas diferenças significantes entre o GER medido e predito para ambos, e entre os grupos. **Conclusão:** O GET medido em pacientes com SIC foi significativamente maior do que o GET estimado por fórmula, e foi menor quando comparado com os valores dos sujeitos controles. No entanto, o GET estimado a partir do acelerômetro, superestima o GET medido por ADM. As fórmulas atualmente utilizadas na prática clínica parecem subestimar as necessidades de energia de pacientes com SIC. Desta forma, adaptações da estimativa atual, aumentando as prescrições de ingestão energética nestes pacientes parecem ser adequadas para apoiar as necessidades diárias de energia e evitar a subnutrição.

Palavras-chave: Síndrome do intestino curto. Requerimento energético. Água duplamente marcada. Gasto energético total. Gasto energético em repouso.

Abstract

ABSTRACT

FASSINI, P. G. **Energy expenditure in patients with short bowel syndrome: assessment using the doubly labeled water method.** 2016. 115 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

Background: Short bowel syndrome (SBS) is a serious malabsorption disorder, and dietetic management of SBS patients is extremely challenging. Once the degree of undernutrition has been assessed, successful dietary intervention depends on the most accurate estimation and provision of energy needs to provide nutritional therapy goals.

Objective: To quantify total energy expenditure (TEE) in SBS patients using the doubly labeled water (DLW) method. **Design:** In this observational study, TEE was measured by the DLW method in 22 participants, 11 with SBS and 11 gender-age-and BMI-matched controls (Control group). Predicted energy requirements were determined using the Escott-Stump equation and by using an accelerometer, and they were compared with TEE determined with DLW. Resting energy expenditure (REE) was measured using indirect calorimetry and compared with predicted REE using the Harris and Benedict equation. The accelerometer was also used to determine physical activity level. **Results:** Participants were aged (mean $\pm$ SD) 53 ± 8 years. Measured TEE was significantly lower in the SBS group compared to the Control group ($p < 0.01$); however, predicted TEE did not differ significantly between the groups. Measured TEE was significantly higher than predicted TEE for the SBS group, (1875 ± 276 and 1517 ± 175 kcal/d, $p < 0.01$) and also for the Control group (2393 ± 445 and 1532 ± 178 kcal/d, $p < 0.01$) when determined by formula. However, measured TEE was significantly lower than predicted TEE (2075 ± 298 kcal/d, $p = 0.02$) for the SBS group, and did not differ for the Control group (2207 ± 355 kcal/d, $p = 0.21$) when determined by accelerometer. No significant differences were seen between measured and predicted REE both within and between groups. **Conclusion:** Measured TEE in SBS patients was significantly higher than predicted using standard equations, but also lower than values for age, BMI and gender-matched non-SBS controls. However, predicted TEE using accelerometer overestimated the measured TEE. Currently-used formulas in clinical practice appear to underestimate energy requirements of SBS patients. Therefore, adjustments to the current estimation, increasing the energy intake requirements in these patients appear to be adequate to support the daily energy requirements and avoid undernutrition.

Keywords: Short bowel syndrome. Energy requirement. Doubly labeled water. Total energy expenditure. Resting energy expenditure.

Listas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Exemplos de ressecção intestinal.	28
Figura 2.	Teoria do método da água duplamente marcada.	35
Figura 3.	Recrutamento dos participantes.	46
Figura 4.	Dinamômetro hidráulico manual.	48
Figura 5.	Teste de calorimetria indireta com uso do <i>canopy hood</i> .	50
Figura 6.	Espectrômetro de massas de razão isotópica.	52
Figura 7.	Curva logarítmica de decaimento do deutério e do oxigênio-18 de um dos voluntários estudados ao longo de 14 dias.	54
Figura 8.	Monitor de atividade física activPAL™.	58
Figura 9.	Delineamento experimental.	59
Figura 10.	Boxplot do GET determinado por diferentes métodos nos grupos SIC e Controle.	67
Figura 11.	Gráfico de Bland-Altman para comparação entre o GET medido por ADM com o GET estimado por fórmula nos grupos SIC e Controle.	67
Figura 12.	Gráfico de Bland-Altman para comparação entre o GET medido por ADM com o GET estimado por acelerometria nos grupos SIC e Controle.	68
Figura 13.	Gráfico de Bland-Altman para comparação entre o consumo alimentar de energia com o GET medido por ADM nos grupos SIC e Controle.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Fórmula para estimativa do GET (ESCOTT-STUMP, 2002).	55
Tabela 2.	Caracterização dos voluntários do grupo SIC.	63
Tabela 3.	Características antropométricas e de composição corporal, e ângulo de fase dos grupos.	64
Tabela 4.	Gasto energético e taxa de oxidação de nutrientes dos grupos.	66
Tabela 5.	Força de preensão manual e perfil de atividade física dos voluntários.	69
Tabela 6.	Análise da composição nutricional da alimentação dos grupos.	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM – Água duplamente marcada

AGA – *American Gastroenterological Association*

AMDR – *Acceptable Macronutrient Distribution Ranges*

AF – Atividade física

ASHT – *American Society of Hand Therapists*

CI – Calorimetria indireta

CID – Classificação Internacional de Doenças

FPM – Força de preensão manual

GEAF – Gasto energético em atividade física

GER – Gasto energético em repouso

GET – Gasto energético total

HCFMRP/USP – Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo

IDECG – *International Dietary Energy Consultancy Group*

IE – Ingestão energética

IMC – Índice de massa corporal

kcal – Quilocalorias

kgf – Quilograma-força

MET – Equivalente metabólico

NAF – Nível de atividade física

QR – Quociente respiratório

R24h – Recordatório alimentar de 24 horas

SIC – Síndrome do intestino curto

TACO – Tabela brasileira de composição dos alimentos

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TNP – Terapia nutricional parenteral

VCT – Valor calórico total

Vco₂ – Volume de gás carbônico produzido

Vo₂ – Volume de oxigênio consumido

USDA – *United States Department of Agriculture*

WHO – *World Health Organization*

Sumário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	26
1.1. SÍNDROME DO INTESTINO CURTO	26
1.2. MANEJO DA TERAPIA NUTRICIONAL EM PACIENTES COM SÍNDROME DO INTESTINO CURTO	28
1.3. GASTO ENERGÉTICO EM PACIENTES COM SÍNDROME DO INTESTINO CURTO	31
1.4. ÁGUA DUPLAMENTE MARCADA	33
1.5. JUSTIFICATIVA	38
1.6. HIPÓTESES	39
2. OBJETIVOS	41
2.1. OBJETIVO GERAL	41
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	41
3. MATERIAIS E MÉTODOS	43
3.1. ASPECTOS ÉTICOS	43
3.2. CASUÍSTICA E RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES	43
3.3. PROTOCOLO DE PESQUISA	46
3.3.1. DADOS PESSOAIS	46
3.3.2. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E FORÇA DE PRENSÃO MANUAL	47
3.3.3. AVALIAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO EM REPOUSO	49
3.3.4. ESTIMATIVA DO GASTO ENERGÉTICO EM REPOUSO	50
3.3.5. AVALIAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO TOTAL	51
3.3.6. ESTIMATIVA DO GASTO ENERGÉTICO TOTAL	55
3.3.7. AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR	55
3.3.8. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA	57
3.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	58
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
4. RESULTADOS	62
4.1. CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES	62
4.2. DADOS ANTROPOMÉTRICOS E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL	64
4.3. GASTO ENERGÉTICO E TAXA DE OXIDAÇÃO DE NUTRIENTES	65
4.4. FORÇA DE PRENSÃO MANUAL E PERFIL DE ATIVIDADE FÍSICA	68
4.5. AVALIAÇÃO DA INGESTÃO ALIMENTAR	69
5. DISCUSSÃO	73
5.1. CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES, DADOS ANTROPOMÉTRICOS E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL	73
5.2. GASTO ENERGÉTICO E TAXA DE OXIDAÇÃO DE NUTRIENTES	75
5.3. FORÇA DE PRENSÃO MANUAL E PERFIL DE ATIVIDADE FÍSICA	83
5.4. AVALIAÇÃO DA INGESTÃO ALIMENTAR	85
5.5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	88
6. CONCLUSÃO	90

REFERÊNCIAS	92
APÊNDICES	103
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	104
APÊNDICE B – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO	107
APÊNDICE C – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS (R24H)	108
APÊNDICE D – EXEMPLO DE CARTA DE RESPOSTA DOS RESULTADOS DA PESQUISA PARA OS VOLUNTÁRIOS	109
ANEXOS	111
ANEXO A – APROVAÇÃO DO TRABALHO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	112
ANEXO B – MÉTODO AUTOMATIZADO DE MÚLTIPLOS PASSOS DO DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS	113
ARTIGO	114
ARTIGO PUBLICADO – ASSESSMENT OF ENERGY REQUIREMENTS IN PATIENTS WITH SHORT BOWEL SYNDROME BY USING THE DOUBLY LABELED WATER METHOD	115

Introdução

1. INTRODUÇÃO

1.1. Síndrome do Intestino Curto

A síndrome do intestino curto (SIC) representa um estado clínico de má absorção intestinal de nutrientes secundário à perda da superfície mucosa funcionante, em consequência, por exemplo, de trombose de veia mesentérica superior, ressecção cirúrgica (ex. doença de Crohn), derivações do trânsito intestinal – como no caso de fístulas e cirurgia bariátrica –, ou perda das células mucosas (enterócitos) devido à infecção, isquemia, quimio e/ou radioterapia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011). É definida pela incapacidade do intestino delgado em manter as condições adequadas de absorção e digestão de nutrientes, ocasionando deficiências nutricionais (CHAGAS NETO et al., 2011), e caracterizada pela inabilidade de manter o balanço proteico-energético, de fluidos, eletrólitos ou de micronutrientes quando em uma dieta convencionalmente aceita como normal (O'KEEFE et al., 2006). A SIC geralmente ocorre quando menos de 200 cm de intestino delgado funcional permanece em adultos (AMERICAN GASTROENTEROLOGICAL ASSOCIATION (AGA), 2003; DONOHOE; REYNOLDS, 2010; MATARESE et al., 2005), sendo que em indivíduos saudáveis, o comprimento relatado do intestino delgado varia de 275 a 850 cm (NIGHTINGALE; WOODWARD, 2006; O'KEEFE et al., 2006).

Em adultos, as principais causas de síndrome do intestino curto são as ressecções cirúrgicas amplas ou múltiplas, secundárias a infarto mesentérico, doença de Crohn e enterite actínica (CHAGAS NETO et al., 2011). Em geral, as ressecções do tubo digestivo

estão associadas com trombose da artéria mesentérica em indivíduos com mais de 50 anos (MARCHINI et al., 1994, 1996).

Os pacientes podem ser agrupados em dois subgrupos distintos: aqueles com e sem cólon em continuidade. Em pacientes com SIC, o cólon torna-se um órgão digestivo importante (AMERICAN GASTROENTEROLOGICAL ASSOCIATION (AGA), 2003), especialmente para a absorção de água, eletrólitos, e ácidos graxos (MATARESE et al., 2005). A gravidade da má absorção depende do tamanho e da porção intestinal retirada (Figura 1), e da capacidade adaptativa e funcional residual (BORGES et al., 2007; THOMPSON et al., 2011). A perda do duodeno e íleo terminal irá prejudicar a absorção mais do que a perda do jejuno (MATARESE et al., 2005; TAPPENDEN, 2014a).

Embora considerada rara, a verdadeira incidência e prevalência da SIC em adultos é desconhecida (TARLETON; DIBASE, 2012), devido à falta de definições precisas (O'KEEFE et al., 2006). Deste modo, não há nenhum banco de dados confiável referente a estes pacientes (JEPPESEN, 2014). No entanto, isto pode ser estimado a partir do número de pacientes em nutrição parenteral total domiciliar, dos quais cerca de um quarto a um terço apresentam síndrome do intestino curto (DONOHOE; REYNOLDS, 2010). Assim, a incidência e a prevalência de SIC em alguns países europeus são estimadas, respectivamente, em três por milhão e quatro por milhão de pessoas (BAKKER et al., 1999). Nos Estados Unidos, a prevalência anual estimada de SIC em pacientes com doença intestinal não maligna, e que necessitam de nutrição parenteral domiciliar, é de pelo menos quatro por cem mil habitantes (THOMSON et al., 2012).

Fonte: Borges et al. (2007).

Figura 1- Exemplos de ressecção intestinal

1.2. Manejo da terapia nutricional em pacientes com Síndrome do Intestino Curto

O tratamento de pacientes com SIC é complexo, uma vez que estes pacientes são heterogêneos. Desta forma, o planejamento da terapia nutricional deve ser individualizado, conforme recomenda o Comitê de Nutrição e Intestino Curto da Sociedade Britânica de Gastroenterologia, e depende da anatomia gastrointestinal, comprimento e da saúde do intestino remanescente (DREHMER et al., 2007; JEPPESEN, 2014; MATARESE, 2013; NIGHTINGALE; WOODWARD, 2006; TAPPENDEN, 2014a).

O manejo da absorção de nutrientes, líquidos e eletrólitos nos estágios iniciais são críticos para a estabilização do paciente e para facilitar o processo de adaptação do intestino (DONOHOE; REYNOLDS, 2010). Alterações estruturais (hiperplasia, dilatação e alongação do segmento remanescente), e funcionais (redução do tempo de trânsito intestinal, diferenciação de células da cripta intestinal) acontecem na tentativa de

compensar a redução da superfície de absorção, melhorando a absorção de líquidos e de nutrientes no intestino remanescente (BORGES et al., 2007; LOCHS et al., 2006; TAPPENDEN, 2014b). Estas alterações ocorrem no intestino remanescente entre três e doze meses após a ressecção (CHAGAS NETO et al., 2011). Geralmente, a retirada de jejuno e íleo, permanecendo menos de um metro de delgado, com manutenção da válvula ileocecal, sugere um melhor prognóstico, com tratamento menos agressivo (MARCHINI et al., 2005b).

Os aspectos mais importantes do tratamento do paciente com SIC são a oferta adequada de macro e micronutrientes e de fluidos para evitar a desnutrição energética, as deficiências de nutrientes específicos e a desidratação, além da correção e prevenção do desequilíbrio ácido-base (AMERICAN GASTROENTEROLOGICAL ASSOCIATION (AGA), 2003). A falência intestinal se manifesta consequente às deficiências absorptivas dos macronutrientes e dos micronutrientes, quando suas necessidades diárias não podem ser atingidas pela alimentação oral ou pela nutrição enteral (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011). Mesmo o fornecimento de vitaminas, com base nas diretrizes atuais, não é suficiente para prevenir a deficiência em todos os pacientes (BRAGA et al., 2011). É sabido que o aumento da ingestão oral torna mais fácil suprir as necessidades de energia e nitrogênio do que as necessidades de eletrólitos e íons bivalentes. No entanto, a absorção de energia se torna um fator limitante quando o intestino é muito curto, ou seja, quando a extensão de jejuno é menor que 60 a 70 cm (JEEJEEBHOY, 2014).

Esse estado clínico torna inevitável a dependência da terapia nutricional parenteral (TNP) para a manutenção do equilíbrio nutricional, da composição e da função corporal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011). Um dos principais objetivos da terapia na SIC é reduzir ou eliminar a dependência de nutrição parenteral e/ou de fluidos intravenosos (MATARESE, 2013).

O prognóstico dos pacientes portadores de SIC depende do grau de má absorção, e da magnitude da ingestão oral. Além disso, as complicações associadas com o suporte nutricional geralmente determinam a morbidade e mortalidade destes pacientes (LOCHS et al., 2006). As taxas de mortalidade são superiores a 80% sem o suporte nutricional (MARCHINI et al., 1994). Em muitos pacientes, a SIC está associada a complicações, como diarreia, desidratação, perda de peso e deficiências nutricionais (JEPPESEN, 2014; KELLY; TAPPENDEN; WINKLER, 2014). Além disso, há o risco de outras complicações, que incluem o aumento da incidência de colelitíase, hipersecreção gástrica, nefrolitíase, e doenças do fígado (THOMPSON et al., 2012).

A perda de peso resulta da deficiência em atingir as necessidades energéticas plenas do organismo, secundárias à má absorção. Desse modo, dependerá diretamente do processo de adaptação intestinal e do balanço entre o que é ingerido e efetivamente absorvido. Este aspecto definirá o estado nutricional dos pacientes. Logo, a desnutrição resultante da falência intestinal é a consequência final de vários processos etiológicos. A capacidade de atingir as necessidades metabólicas basais, assim como aquelas provenientes da atividade física, dos estados inflamatórios, ou da cicatrização pós-operatória, determinará a magnitude da desnutrição (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011). A gravidade e o tipo de subnutrição dependerão da extensão e localização da ressecção, bem como da integridade e da adaptação do intestino remanescente (LOCHS et al., 2006).

1.3. Gasto energético em pacientes com Síndrome do Intestino Curto

Para uma adequada intervenção dietoterápica, é necessário conhecer a real necessidade energética do paciente. Alterações no metabolismo energético e dos substratos ainda não foram demonstradas em pacientes com SIC. Dependendo do grau de má absorção, um aumento significativo de energia e uma modificação do substrato ingerido podem ser necessários (LOCHS et al., 2006). Apesar dos pacientes com SIC poderem apresentar o gasto energético em repouso (GER) igual ao de indivíduos saudáveis, a necessidade energética pode encontrar-se aumentada devido às perdas que ocorrem com a presença da má absorção intestinal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011). As necessidades energéticas devem ser atendidas de modo satisfatório, evitando a subalimentação, o que agravaria a desnutrição (GARROW, 1976). O fornecimento de um suporte nutricional adequado irá assegurar que os pacientes mantenham um peso corporal desejável e melhorem o estado nutricional (REEVES; CAPRA, 2003).

Poucos dados estão disponíveis sobre as necessidades calóricas reais desses pacientes. A Associação Médica Brasileira e o Conselho Federal de Medicina propõem uma meta de ingestão de 35 kcal/kg/dia para a alimentação via oral de pacientes com SIC (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011), baseado em estudo de pacientes com resposta positiva à terapia nutricional proposta (NONINO et al., 2001). No entanto, a FAO/WHO/UNU recomenda que as necessidades energéticas sejam baseadas em avaliações de gasto de energia, em vez de ingestão de energia (SCHOELLER, 1999). Além disso, a maioria dos adultos estáveis com SIC absorve apenas cerca de metade a

dois terços da energia em comparação ao indivíduo com absorção normal; assim, o consumo alimentar deve ser aumentado em pelo menos 50% da necessidade estimada (DIBASE; YOUNG; VANDERHOOF, 2004b; PARRISH; DIBASE, 2014; TARLETON; DIBASE, 2012), ou baseado no consumo de energia duas vezes maior do que antes da ressecção (NIGHTINGALE, 1999). Estudo de balanço entre a absorção e a eliminação de energia e nutrientes mostra que a ingestão energética de 200 a 400% do gasto energético basal, estimado pela equação de Harris e Benedict (1919), em pacientes com intensa má absorção, evitou a nutrição parenteral domiciliar (JEPPESEN; MORTENSEN, 2000).

Vários cálculos das necessidades calóricas foram avaliados e baseiam-se principalmente no GER, idade, peso, e no aumento na atividade metabólica associada com o estado da doença (MACDONALD; HILDEBRANDT, 2003). No entanto, a dificuldade de se conhecer as reais necessidades calóricas pode levar a um consumo de energia inadequado afetando negativamente a evolução do paciente.

A medida do gasto energético é a forma mais precisa para determinar as necessidades de energia. Os métodos com essa finalidade, no entanto, são muitas vezes de difícil aplicabilidade no contexto clínico, pois além de serem caros, exigem longo tempo de medição e requerem pessoal treinado para realizá-los. Então, a prática atual consiste em calcular o consumo de energia por meio de equações de predição. Embora prático e fácil de usar, a acurácia destas equações é questionável. Há falta de evidências sobre os métodos mais apropriados para estimar as necessidades de energia, especialmente na doença (REEVES; CAPRA, 2003). As alterações das condições de saúde e do estado fisiológico, dentre outros fatores, afetam diretamente o valor de gasto energético (TARLETON; DIBASE, 2012), de modo que a estimativa por equações pode ser inadequada. Portanto, sua acurada mensuração é de suma importância em estudos de

nutrição, permitindo melhor avaliação do gasto energético e de seus desdobramentos, como as necessidades energéticas (SCAGLIUSI; LANCHÁ JÚNIOR, 2005).

Estudos que determinem o gasto energético total (GET) de pacientes, em condições clínicas específicas, como no quadro da síndrome do intestino curto, são relevantes e necessários para auxiliar na conduta dietoterápica destes pacientes. Considerando o dano extenso ao sistema intestinal do quadro clínico exposto, que afeta sobremaneira a qualidade de vida do paciente, torna-se importante a realização de pesquisas norteadoras empregando metodologias que caracterizem adequadamente o padrão de gasto energético e de oxidação de nutrientes.

A mensuração do gasto energético total em condições de vida livre é a forma ideal para a avaliação deste parâmetro na vida cotidiana (PLASQUI; WESTERTERP, 2007). Assim, é de grande interesse o estudo da avaliação do GET em condições de vida livre com técnicas não-invasivas e de baixo custo (COPLAND et al., 2008; KUMAHARA et al., 2004). Neste contexto, instrumentos como monitores de atividade física baseados em acelerometria têm sido investigados para estimar o gasto de energia (BONOMI et al., 2009; CALABRO et al., 2015). No entanto, o método da água duplamente marcada (ADM) é considerado o padrão ouro para medir o gasto total de energia em condições de vida livre (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), 2009; PLASQUI; WESTERTERP, 2007).

1.4. Água duplamente marcada

A água marcada com os isótopos estáveis deutério (^2H) e oxigênio-18 (^{18}O) e por isso o termo “duplamente marcada” ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$) — não é radioativa ou tóxica sendo amplamente utilizada para medir a água corporal e o gasto energético total (WONG; LEE;

KLEIN, 1987). É um método acurado e não-invasivo, o que o torna ideal para o estudo do metabolismo energético em humanos, e preferido para a determinação do requerimento energético tanto de populações saudáveis, como de pacientes ambulatoriais ou em condições clínicas específicas (SCHOELLER, 1999), como no caso de pacientes com SIC.

Este método foi criado por Lifson et al. (1949), da Universidade de Minnesota, no final dos anos 40. Inicialmente, foi empregado em pequenos animais, porém seu emprego era limitado pelo alto custo do oxigênio-18 e por dificuldades técnicas. Estudos envolvendo humanos foram iniciados na década de 1970, viabilizados, em parte, por redução parcial do preço dos isótopos mas, principalmente, pela melhora da sensibilidade e acurácia dos espectrômetros de massas. O modelo desenvolvido por Lifson et al., em 1975, mostrou-se de pouca aplicabilidade a estudos em humanos, e novos modelos foram desenvolvidos por Coward (1988) e Schoeller (1988), mostrando-se válidos. A acurácia do método encontra-se na faixa de 1 a 3%, e a precisão, de 2 a 8% (FERRIOLLI; CRUZ; PFRIMER, 2008; INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), 1990).

O método baseia-se na determinação da taxa de eliminação dos isótopos de oxigênio e hidrogênio e seu princípio básico é que o oxigênio do dióxido de carbono se encontra em equilíbrio isotópico com o oxigênio da água corpórea. A eliminação do hidrogênio (H) se dá pela excreção de água (H₂O) na urina, acrescida de perdas de água no suor, transpiração, fezes, etc. Já a eliminação do oxigênio (O) ocorre pelas mesmas vias descritas do hidrogênio, acrescida pela eliminação pelo dióxido de carbono (CO₂) no ar expirado. Portanto, após a ingestão de uma dose de água marcada tanto por ²H como por ¹⁸O, a diferença entre as curvas de eliminação destes compostos reflete a produção de CO₂ (Figura 2), que pode ser convertida, pelas equações clássicas da calorimetria

indireta (CI), em gasto energético (DELANY, 1997; FERRIOLLI et al., 2010; SCHOELLER, 1983; SCHOELLER; KUSHNER; JONES, 1986; WOLFE; CHINKES, 2005).

O método da ADM é uma forma de calorimetria indireta que mede integralmente a produção de CO_2 a partir da diferença nas taxas de eliminação de deutério e oxigênio-18 da água corporal marcada ao longo de períodos de dias a semanas (SCHOELLER, 1988; SCHULZ; SCHOELLER, 1994). A estimativa do gasto energético total por este método é uma técnica que não interfere com a atividade de vida diária do sujeito em experimentação, como ocorre com coletores de oxigênio e de gás carbônico do ar expirado pela técnica de calorimetria indireta ou por câmaras metabólicas.

Fonte: DeLany (1997) (traduzido).

Figura 2- Teoria do método da água duplamente marcada

O emprego de isótopos estáveis como traçadores metabólicos oferece vantagens importantes em relação a outros métodos. Eles são inócuos ao ser humano, podendo ser

empregados em gestantes, crianças, doentes e idosos, sem nenhuma consequência clínica (FERRIOLLI; CRUZ; PFRIMER, 2008). Além disso, não é necessário coletar o CO₂ expirado, mas simplesmente amostras sequenciais de urina para determinar a quantidade de isótopo estável remanescente no corpo. Dessa forma, os indivíduos são livres para viver em casa e se envolver nas atividades normais da vida diária (SCHOELLER, 1999). Este também é considerado um método não restritivo para medir o gasto de energia em pacientes que recebem TNP (SCHOELLER; KUSHNER; JONES, 1986). No entanto, a análise é complexa e de custo elevado (FERRIOLLI; CRUZ; PFRIMER, 2008).

O método proposto por Schoeller (1988) adota a coleta de amostras de urina em dois pontos: logo após a administração da dose de ADM e apenas no último dia do estudo, com o cálculo da eliminação de isótopos entre os pontos inicial e final. Por outro lado, Coward (1988) adota a coleta de amostras diárias de urina, por 10 a 14 dias, e a construção de curvas logarítmicas de enriquecimento *versus* tempo. Por coletar diversas amostras, este método é conhecido como “múltiplos pontos”.

O cálculo empregado para a determinação da produção de CO₂ neste método está descrito a seguir (FERRIOLLI; CRUZ; PFRIMER, 2008):

$$F_{CO_2} = (K_0 \cdot V_0 - K_d \cdot V_d - S[f_2 - f_1]/(2f_3 + Q[f_2 - f_1]))$$

Onde:

F_{CO_2} = taxa de produção de CO₂ (l/d).

K_0 e K_d = inclinações das curvas logarítmicas do enriquecimento isotópico *versus* tempo (d) para o O e H, respectivamente.

V_0 e V_d = intersecções ($1/\text{antilog}$) das curvas logarítmicas.

Q = número de moles de água expirados por mol de CO₂ (assumido 1,1).

S = perda transcutânea de água (assumido 27,3 mol/dia).

f_1, f_2 e f_3 = proporções de ^2H na água (0,941), ^{18}O na água (0,992) e ^{18}O no CO_2 (1,037), respectivamente.

As concentrações de diferentes isótopos estáveis podem ser determinadas por técnicas analíticas nucleares (FERRIOLLI; CRUZ; PFRIMER, 2008). A espectrometria de massas de razão isotópica, devido à sua elevada precisão, é considerado o melhor instrumento analítico para medir o conteúdo de deutério e oxigênio-18 em fluidos biológicos, podendo ser utilizados urina, plasma ou saliva (WONG; LEE; KLEIN, 1987).

O método da ADM envolve algumas premissas sobre o comportamento dos isótopos: 1) O volume de água corpórea se mantém constante durante todo o período de experimento; 2) As taxas de entrada e saída de água e gás carbônico devem ser constantes durante todo o experimento; 3) Os isótopos marcam somente água e o gás carbônico no corpo; 4) Os isótopos deixam o corpo apenas na forma de água e gás carbônico; 5) As concentrações dos isótopos na água e gás carbônico que deixam o corpo são as mesmas da água corpórea naquele momento (ou seja, não há fracionamento de isótopos); 6) A água e o gás carbônico que deixam o corpo não entram no corpo novamente; 7) A abundância natural, ou nível de *background* dos isótopos, mantém-se constante durante todo o experimento. Todas estas suposições são inválidas em algum grau em qualquer estudo com ADM; no entanto, uma variedade de correções podem ser aplicadas (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), 1990). Por exemplo, a premissa de que os isótopos marcam somente a água e o gás carbônico no corpo não é real. Há troca de deutério com proteínas e gordura e isso faz com que o espaço de diluição de deutério seja cerca de 1,03 vezes o espaço de diluição do oxigênio-18. Este, inclusive, é um dos parâmetros de acurácia do método: os espaços dilucionais

devem ter uma razão em torno de 1,03 (1,01 a 1,06) (FERRIOLLI; CRUZ; PFRIMER, 2008).

A maioria dos métodos para medir o gasto energético em seres humanos falha em um dos seguintes aspectos: ou eles são precisos, mas muito restritivos e, assim, limitados para o uso ao longo de horas ou dias; ou eles são menos restritivos e utilizáveis por períodos mais longos, porém imprecisos. O método da água duplamente marcada pode preencher a lacuna entre estes aspectos (SCHOELLER, 1983).

1.5. Justificativa

A síndrome do intestino curto representa um dos quadros mais graves de má absorção, e a terapêutica dietética destes pacientes é um desafio importante a ser enfrentado. A subnutrição, bem como deficiências de nutrientes específicos têm sido descrita nestes pacientes. Um estado nutricional comprometido pode alterar a qualidade de vida e aumentar a permanência hospitalar e o risco de morbidade e mortalidade. Para uma adequada intervenção dietoterápica, é necessário conhecer a real necessidade energética do paciente. Até o momento não foram realizados, até o limite do nosso conhecimento, estudos sobre o GET de pacientes com SIC empregando métodos precisos. Desta forma, é importante estudar o gasto energético total de pacientes com SIC empregando o método da água duplamente marcada, assim como determinar a taxa de oxidação de nutrientes, visando auxiliar no manejo da terapia nutricional destes pacientes.

1.6. Hipóteses

- O gasto energético de pessoas com síndrome do intestino curto difere daquele de pessoas sem esta doença.
- Métodos alternativos para avaliação do gasto energético em pessoas com síndrome do intestino curto não serão acurados em relação ao gasto energético real.
- A ingestão energética de pessoas com síndrome do intestino curto é maior do que o gasto energético para a compensação da má absorção.

Objetivos

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Comparar o gasto energético em repouso e total em voluntários com e sem síndrome do intestino curto e verificar a acurácia de outros métodos para a estimativa do gasto energético e para a avaliação da ingestão alimentar.

2.2. Objetivos Específicos

- Mensurar o gasto energético em repouso, por calorimetria indireta, e o gasto energético total, pelo método da água duplamente marcada, de pacientes portadores de síndrome do intestino curto.

- Mensurar o gasto energético em repouso, por calorimetria indireta, e o gasto energético total, pelo método da água duplamente marcada, de sujeitos controles sem síndrome do intestino curto.

- Calcular a oxidação de substratos energéticos no repouso.

- Verificar se um sistema de monitoramento de atividade física baseado em acelerometria e uma fórmula empregada na prática clínica estimam, de forma acurada, o gasto energético total.

- Verificar se o recordatório de 24 horas avalia acuradamente a ingestão energética.

Materiais e Métodos

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Aspectos éticos

Em conformidade com os aspectos éticos, previamente ao seu início, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP/USP) (Processo HCRP 1822/2013 – Anexo A). Este estudo foi registrado no clinicaltrials.gov, sob número NCT02113228. Todos os voluntários foram informados detalhadamente acerca dos objetivos e procedimentos do estudo e só participaram da pesquisa após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A).

3.2. Casuística e recrutamento dos participantes

Um total de 22 voluntários, 11 com síndrome do intestino curto (grupo SIC) e 11 participantes pareados sem síndrome do intestino curto (grupo Controle), foram recrutados e completaram o protocolo. O recrutamento e acompanhamento dos voluntários ocorreu entre fevereiro de 2013 a agosto 2014 através de um processo multiestágio (Figura 3). A coleta de dados foi realizada no período de fevereiro a agosto de 2014.

O levantamento dos voluntários portadores de SIC foi concretizado por meio de acompanhamento semanal no Ambulatório de Nutrologia, e na Unidade Metabólica do HCFMRP/USP, além de pesquisa eletrônica por meio do levantamento dos prontuários para identificação dos pacientes portadores desta síndrome.

Inicialmente, planejava-se selecionar os pacientes com SIC que recebessem TNP na Unidade Metabólica do HCFMRP/USP. Quando se iniciou o acompanhamento, verificou-se um número insuficiente. Por este motivo, o levantamento também foi realizado no Ambulatório de Nutrologia do HCFMRP/USP. Durante um ano, os atendimentos foram acompanhados para verificar-se a presença de pacientes portadores de SIC e em acompanhamento ambulatorial. Pacientes adultos, com idade igual ou superior a 18 anos e com diagnóstico de síndrome do intestino curto foram convidados para participar do estudo. Foram levantados 26 pacientes atendidos com ressecção intestinal, dos quais apenas 18 apresentavam SIC. Não foram incluídos pacientes com histórico de câncer ou aqueles que utilizassem medicamentos que pudessem afetar o metabolismo energético, além de voluntários que apresentassem impedimentos para a realização do método da água duplamente marcada (viagens durante a coleta, incontinência urinária, edema, impossibilidade de coletar adequadamente as amostras). Desta forma, após a consideração dos critérios de não-inclusão, 11 pacientes aceitaram participar da pesquisa, sendo dois da Unidade Metabólica, em programa de TNP. Estes dois pacientes permaneciam uma semana no hospital para o recebimento de TNP e uma semana em casa, com nutrição oral.

O recrutamento de voluntários controles pareados (grupo Controle), ou seja, os participantes sem SIC com similaridades de idade, sexo, raça, índice de massa corporal (IMC) e doenças crônicas, com os pacientes portadores de SIC, foi completado com extensa avaliação dos registros médicos eletrônicos e das unidades ambulatoriais do HCFMRP/USP.

Voluntários sem SIC foram pareados por características semelhantes aos voluntários com SIC usando um filtro multiestágio: Os registros médicos foram primeiramente filtrados por idade e sexo, resultando numa média de mais de vinte e

quatro mil registros de dados para cada paciente do grupo SIC. Após este passo, foi aplicado o filtro por peso corporal, e originou uma lista com uma média de cento e seis registros para cada paciente do grupo SIC. Esta lista foi, em seguida, cuidadosamente revista por raça, IMC e doenças crônicas, por meio de levantamento da Classificação Internacional de Doenças (CID) cadastradas no sistema para cada sujeito, para se obter um único voluntário controle que melhor pareasse com o voluntário SIC. Aqueles que se enquadravam no perfil procurado foram contatados por telefone e convidados para participação na pesquisa. É de notar que a altura não foi sistematicamente disponível em todos os registros. Nestes casos, após a aplicação do filtro de peso, o dado de altura foi solicitado, por telefone, à essas pessoas, possibilitando o cálculo do IMC em kg/m^2 .

Da mesma forma que para o grupo SIC, foram excluídos do grupo Controle os sujeitos com histórico de câncer ou aqueles que utilizassem medicamentos que pudessem afetar o metabolismo energético.

Em virtude da dificuldade de encontrar voluntários que apresentassem as mesmas características dos voluntários com SIC, e que aceitassem participar do projeto, a Assessoria de Imprensa do HCFMRP/USP auxiliou na divulgação destas informações por meio de e-mails enviados à comunidade USP, três emissoras de rádio na cidade de Ribeirão Preto, intranet no portal do HCFMRP/USP, jornal e na televisão:

- <http://www.hcrp.fmrp.usp.br/sitehc/informacao.aspx?id=889&ref=1&refV=12>
- <http://www.jornaldosite.com.br/materias/ultimasnoticias/anteriores/julho2014/ultimasnoticias10072014-3.htm>
- <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2014/07/falta-de-voluntarios-compromete-pesquisas-na-usp-de-ribeirao-preto.html>

Figura 3- Recrutamento dos participantes

3.3. Protocolo de Pesquisa

3.3.1. Dados pessoais

Os seguintes dados pessoais foram coletados, conforme Protocolo de Avaliação (Apêndice B) aplicado no tempo zero: nome, data de nascimento, idade, raça, estado civil, profissão, endereço, contatos telefônicos, tabagismo, variação ponderal, descrição da prática de atividade física (AF) e número de evacuações por dia.

As informações sobre medicamentos em uso, diagnósticos clínicos e dados específicos como terapia nutricional parenteral, etiologia da SIC, data(s) da(s) cirurgia(s), extensão do intestino ressecado e/ou remanescente, presença/ausência de válvula íleo-

cecal, e tempo de trânsito intestinal foram confirmadas por meio de leitura de prontuários médicos assistida por médico da equipe da Unidade Metabólica do HCFMRP/USP. Considerou-se, sempre que disponível, o resultado do relatório da cirurgia e do laudo anatomo-patológico.

3.3.2. Medidas antropométricas, avaliação da composição corporal e força de preensão manual

O peso e a estatura foram aferidos em jejum, após esvaziamento da bexiga, com o voluntário utilizando vestuário leve, descalço, e seguindo as recomendações de Gordon, Chumlea e Roche (1988). O peso foi aferido em balança com a aproximação de 100 g (Filizola™, São Paulo, Brasil), e a estatura foi obtida com precisão de 0,5 cm usando-se um estadiômetro de parede (Filizola™, São Paulo, Brasil). O IMC foi obtido pela relação peso (kg)/altura² (m²), e classificado empregando os pontos de corte da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1995).

A composição corporal foi avaliada por meio de análise de bioimpedância elétrica com uso do aparelho tetrapolar de única frequência (50 kHz) da marca Biodynamics®, modelo 450 (Biodynamics Corp., Shoreline, Washington, Estados Unidos), com o voluntário na posição reclinada, de acordo com recomendações de Kyle et al. (2004).

A força de preensão manual (FPM) foi avaliada usando um dinamômetro hidráulico manual (Saehan corporation, Masan Free Trade Zone, Korea), com escala de graduação de 0 a 90 quilograma-força (kgf) para a avaliação da força muscular dos membros superiores (Figura 4).

Como forma de padronizar a medida, e assim como recomendado pela *American Society of Hand Therapists* (ASHT), os voluntários foram orientados a se sentar

confortavelmente numa cadeira sem apoio de braços, com os pés apoiados no chão, braço posicionado próximo ao corpo com o ombro aduzido, o cotovelo fletido a 90°, o antebraço em posição neutra e, por fim, a posição do punho entre 0 a 30° de extensão (FIGUEIREDO et al., 2007). A alça móvel do equipamento foi regulada de forma geral na posição II para as mulheres e na posição III para os homens, tendo sido ajustada de acordo com o tamanho da mão dos participantes, se necessário. Os voluntários foram orientados e estimulados por comando verbal (cinco segundos) a pressionar a alça do dinamômetro exercendo uma força máxima. Foram realizadas três repetições para ambos os braços, sendo estabelecido repouso de um minuto entre as repetições, e considerada para análise a média dos três valores obtidos para o membro dominante.

A FPM foi classificada de acordo com sexo e idade conforme valores de referência estabelecidos por Schlüssel et al. (2008).

Figura 4- Dinamômetro hidráulico manual

3.3.3. Avaliação do gasto energético em repouso

O GER e a oxidação de macronutrientes foram determinados pelo método da calorimetria indireta com uso do calorímetro Quark RMR® (Cosmed, Roma, Itália). A fim de validar a variabilidade e também a precisão do equipamento e dos analisadores de gás, o teste de combustão do etanol foi realizado previamente à coleta de dados usando o kit etanol da Cosmed®.

Inicialmente, o equipamento foi calibrado conforme descrito por Fassini et al. (2015). O exame foi realizado pela manhã, com o voluntário em jejum de 12 horas, permanecendo 30 minutos em repouso, deitado em sala tranquila com temperatura ambiente controlada antes do início do teste (FASSINI et al., 2015).

Após o repouso, um capuz de plástico (*canopy hood*) foi utilizado para cobrir a cabeça do voluntário e coletar os gases respirados (Figura 5). O teste foi realizado conforme as recomendações de Compher et al. (2006) e Suen et al. (2003), sendo o voluntário orientado a permanecer quieto, acordado, com padrão respiratório regular, evitando bocejar, tossir, falar ou suspirar. Durante o teste, os participantes foram mantidos na posição supina com a cabeça elevada a 30 graus, membros estendidos e olhos abertos. A coleta foi realizada a cada cinco segundos, durante um tempo de aquisição dos dados de 30 minutos, sendo os primeiros cinco minutos descartados para a análise.

Para o cálculo do gasto energético, os valores de V_{CO_2} (volume de gás carbônico produzido) e V_{O_2} (volume de oxigênio consumido) foram aplicados na fórmula de Weir (1949):

$$GER \text{ (kcal/dia)} = (3,94 \times V_{O_2} + 1,106 \times V_{CO_2}) \times 1440$$

O cálculo do quociente respiratório (QR) foi obtido por meio da relação V_{CO_2} / V_{O_2} , e as taxas de oxidação de carboidrato e lipídios foram calculadas a partir do V_{O_2} e do V_{CO_2} obtidos pela calorimetria indireta, aplicados nas fórmulas descritas por Frayn (1983):

$$\text{Oxidação de Carboidrato (g/dia)} = [(4,55 \times V_{CO_2}) - (3,21 \times V_{O_2})] \times 1440$$

$$\text{Oxidação de Lipídio (g/dia)} = [(1,67 \times V_{O_2}) - (1,67 \times V_{CO_2})] \times 1440$$

Figura 5- Teste de calorimetria indireta com uso do *canopy hood*

3.3.4. Estimativa do gasto energético em repouso

O GER foi calculado para cada participante, pela equação de Harris e Benedict (1919), sendo considerado o peso corporal atual:

GER (Homens): $66,5 + 13,75 \times \text{peso (kg)} + 5 \times \text{altura (cm)} - 6,76 \times \text{idade}$

GER (Mulheres): $655 + 9,56 \times \text{peso (kg)} + 1,85 \times \text{altura (cm)} - 4,68 \times \text{idade}$

3.3.5. Avaliação do gasto energético total

O gasto energético total foi determinado pelo método da água duplamente marcada (múltiplos pontos), de acordo com as recomendações do grupo de trabalho *International Dietary Energy Consultancy Group* (IDECG) (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), 2009).

Após a determinação do GER, cada voluntário recebeu uma dose fixa de 70 g de água duplamente marcada ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$, composta por 66 g de H_2^{18}O a 10% e 4 g de $^2\text{H}_2\text{O}$ a 99,8%). Os isótopos foram adquiridos da empresa Sercon Ltd., Crewe, Reino Unido. Para garantir a ingestão completa da dose, sem perdas, utilizou-se um canudo e, após a sua ingestão, 50 ml de água potável foram duas vezes adicionados ao seu recipiente e consumidos. O horário do consumo da dose, bem como os horários das coletas das amostras de urina foram registrados.

Uma amostra de urina basal foi coletada antes da ingestão da dose, e amostras de urina foram coletadas a partir do dia 1 até o dia 14 após a ingestão da dose. Coletas diárias foram estabelecidas para melhorar a adesão e minimizar a confusão relacionada aos “dias de coleta”; no entanto, apenas as amostras de urina dos dias 1, 2, 3, 7, 12, 13, 14 foram utilizadas nas análises.

Cada amostra foi armazenada em duplicata em tubos criogênicos de 5 ml, enrolados em *parafilm*. Cada tubo possuía uma etiqueta de identificação, coberta com fita adesiva. Os tubos de cada voluntário eram colocados em um mesmo saco plástico do tipo

zip lock e armazenados em refrigerador até o momento da análise. Tais amostras não eram armazenadas no mesmo refrigerador que os padrões e as doses dos isótopos, conforme recomendado por Schoeller, Taylor e Shay (1995).

O enriquecimento das amostras pelos isótopos de hidrogênio e oxigênio foram analisados por espectrometria de massas de razão isotópica (ANCA 20-22; Sercon) no Laboratório de Espectrometria de Massas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Figura 6).

Figura 6- Espectrômetro de massas de razão isotópica

Para a análise dos isótopos do hidrogênio, a partir da urina e dos padrões, foi empregado um catalisador de platina que promove equilíbrio do hidrogênio da água com o hidrogênio injetado no tubo de análise, de acordo com a técnica de Scrimgeour et al.

(1993). Três amostras de 0,4 ml de urina foram colocadas em *vacutainers* com um pequeno bastão de catalisador de platina, sendo o mesmo volume utilizado para os padrões. Os *vacutainers*, então, eram preenchidos com hidrogênio a 20%, deixados em repouso por seis horas e analisados posteriormente.

Para a mensuração do ^{18}O , três *vacutainers* contendo amostras de 0,4 ml de urina foram preenchidos com CO_2 a 3% e deixados em repouso por 24 horas para a obtenção de equilíbrio entre líquido e gás (WONG; LEE; KLEIN, 1987; WONG; SCHOELLER, 1990).

Foi, ainda, analisado o enriquecimento de uma amostra da dose diluída (em diluição proporcional à dose administrada aos voluntários, recalculada para o volume de 100 ml), amostras de padrões internos de água enriquecida e água filtrada.

Alguns controles de qualidade foram empregados para se assegurarem análises adequadas, e todas as dosagens preencheram os seguintes critérios: a razão entre o espaço de diluição do deutério/espaço de diluição do oxigênio-18 deveria estar entre 1,01 e 1,06 (Figura 7) e a variabilidade dos resultados de triplicatas das amostras deveriam ser, para hidrogênio, no máximo de 5 deltas e, para oxigênio-18, de 0,5 delta (FERRIOLLI; CRUZ; PFRIMER, 2008).

O GET foi calculado de acordo com as recomendações do grupo de trabalho IDECG (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), 2009), usando o método descrito por Coward (1988) e utilizando 0,85 como o valor assumido para QR (SCHOELLER; TAYLOR; SHAY, 1995), considerando a seguinte fórmula:

$$N \text{ (moles)} = \frac{WA}{18,02a} \times \frac{(\delta a - \delta t)f}{\delta s - \delta p} \quad (1)$$

Em que:

N: espaço de diluição dos isótopos

W: quantidade de água usada para diluir a dose e fazer a amostra de dose diluída (em gramas)

A: quantidade da dose administrada (em gramas)

a: massa de dose diluída para análise (em gramas)

δ : enriquecimento da dose (a), da água de torneira (t), da amostra pós-dose (s) e da amostra pré-dose (p).

e

$$r' = \log \frac{\delta_1 - \delta_p}{\delta_t - \delta_p} \times N \quad (2)$$

Em que:

r' : taxa de produção

δ_1 e t: enriquecimento nos momentos 1 e t do período de estudo

Figura 7- Curva logarítmica de decaimento do deutério e do oxigênio-18 de um dos voluntários estudados ao longo de 14 dias

3.3.6. Estimativa do gasto energético total

O GET foi estimado a partir de um sistema de monitoramento de atividade física baseado em acelerometria. O equivalente metabólico (MET) estimado pelo monitor de atividade física foi multiplicado pelo GER, medido por calorimetria indireta, e considerado o efeito térmico dos alimentos (10% do GET) (WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2010).

O GET também foi estimado para cada participante usando-se uma fórmula empregada na prática clínica, considerando-se o valor mais alto de kcal/kg de peso atual sugerido para cada faixa de IMC, conforme Tabela 1 (ESCOTT-STUMP, 2002).

Os valores estimados do GET foram comparados com o GET medido pelo método da água duplamente marcada.

Tabela 1- Fórmula para estimativa do GET (ESCOTT-STUMP, 2002)

IMC (kg/m²)	kcal/kg de peso atual
< 15	35 – 40
15 – 19	30 – 35
20 – 29	20 – 25
> 30	15 – 20

3.3.7. Avaliação do consumo alimentar

A avaliação do consumo alimentar foi realizada por meio do recordatório alimentar de 24h (R24h). Foram aplicados quatro R24h (Apêndice C), relatados pelos participantes, seguindo-se as recomendações do Método Automatizado de Múltiplos Passos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Anexo B) (MOSHFEHGH et al., 2008). Três R24h, referentes a dias da semana, foram coletados presencialmente, empregando-

se um álbum de fotografias para melhorar a qualidade da informação sobre o tamanho das porções referidas (MONTEIRO et al., 2007). Um R24h, referente a um dia do final de semana, foi administrado por telefone, uma vez que os resultados obtidos por meio de entrevista telefônica são semelhantes aos resultados obtidos pessoalmente (TRAN et al., 2000).

Foi seguido um protocolo no que se refere à padronização das medidas caseiras e, posteriormente, os alimentos foram convertidos em gramas ou mililitros, com auxílio da tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras (PINHEIRO et al., 2004) e do livro de registro fotográfico (MONTEIRO et al., 2007).

Para o cálculo nutricional da ingestão de energia e dos macronutrientes, foi utilizado o software Virtual Nutri Plus®, atualizado com dados da Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos - TACO (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP), 2006), e os alimentos ausentes foram complementados com a tabela americana da *United States Department of Agriculture* (USDA) (UNITED STATES, 1998).

Os resultados obtidos a partir dos quatro R24h tornaram possível o ajuste dos dados de energia e de macronutrientes pela variabilidade intra e interpessoal. Assim, este método estatístico (denominado atenuação) possibilitou reduzir a distorção das estimativas de consumo e, por consequência, aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos. Para tal ajuste, foi aplicado o método proposto pelo Iowa State University (ISU) (NUSSER et al., 1996), com o auxílio do software PC-Side versão 1.0 (IOWA STATE UNIVERSITY, Estados Unidos).

Para a avaliação do consumo alimentar quanto aos macronutrientes considerou-se as recomendações de 45 a 65% do valor calórico total (VCT) da dieta para carboidratos, 10 a 35% para proteínas e 20 a 35% para lipídeos (AMDR – *Acceptable Macronutrient Distribution Ranges*) (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005).

3.3.8. Avaliação da atividade física

O perfil de atividade física foi determinado por um monitor de atividade baseado em acelerometria (activPAL™, PAL Technologies Ltd., Glasgow, Reino Unido). O componente de detecção é um medidor compacto e leve (35 x 53 x 7 mm e 20 g) (Figura 8) e que gera, de forma geral, resultados de tempo sentado/deitado, em pé e caminhando, além de informar o número de passos e as transições sentado/em pé do usuário (FERRIOLLI et al., 2012; GODFREY et al., 2008).

O monitor foi posicionado na parte anterior da coxa direita do voluntário usando curativo estéril de filme transparente (Tegaderm™, 3M®). Os participantes eram convidados a usar o monitor continuamente durante 24 horas por dia, ao longo do período de 14 dias de avaliação por ADM, com a única restrição de imersão em água. Um monitor totalmente carregado foi fornecido para os primeiros sete dias, depois um novo monitor recém-carregado foi fornecido para completar os sete dias restantes e, desta forma, totalizar 14 dias de avaliação. Os voluntários eram instruídos a, se necessário, remover o monitor e recoloca-lo assim que possível, tomando nota do evento.

Os dados foram transferidos por uma interface USB, e analisados por meio do software específico do fabricante (activPAL™ Professional V7.2.32). A média dos parâmetros de atividade física por dia foi calculada e utilizada para a análise subsequente. Por não completarem 24 horas de gravação, os dias de instalação, substituição e retirada do monitor (tempo zero, dias 7 e 14) não foram considerados para a análise (FERRIOLLI et al., 2012).

O nível de atividade física (NAF) foi determinado como a razão entre GET e GER ($NAF = GET / GER$), e o gasto energético em atividade física (GEAF) foi calculado como

(0,9 x GET) – GER, assumindo a termogênese induzida pela dieta a ser 10% do GET (CALABRO et al., 2015; PLASQUI; WESTERTEP, 2007).

Figura 8- Monitor de atividade física activPAL™

3.4. Delineamento experimental

Trata-se de um estudo observacional transversal. O protocolo foi realizado durante um período de 14 dias. Os participantes foram admitidos na Unidade Metabólica do HCFMRP/USP respectivamente no tempo zero, dias 7 e 14 (Figura 9).

A avaliação dos voluntários com SIC e de seus respectivos controles pareados foi conduzida no mesmo momento para evitar que alterações climáticas pudessem interferir nos resultados entre os grupos.

Figura 9- Delineamento experimental

No tempo zero, em período vespertino, o voluntário chegava ao hospital, em jejum de 12 horas, para medições de peso e altura, avaliação da composição corporal por bioimpedância elétrica, do GER por calorimetria, e da força de preensão manual. Os voluntários forneciam uma amostra de urina basal e recebiam a dose de ADM para medir o gasto de energia em vida livre, ou seja, em nenhum momento os voluntários deste estudo deixaram de exercer suas atividades de rotina. Foram oferecidas as instruções para a coleta de amostras de urina a partir do dia 1 ao dia 14 para que os participantes coletassem amostras diárias em casa para a avaliação da ADM. Também foi aplicado o R24h, instalado um monitor de atividade (**activPAL™**) nos participantes, que foram convidados a usá-lo durante 14 dias (haveria a troca do monitor no dia 7, por questão da duração da sua bateria).

No dia 7, os participantes voltaram a referida Unidade Metabólica com as amostras de urina já coletadas até o momento, completando uma coleta de amostra de urina, de forma supervisionada, além de responderem a um novo R24h. Neste dia, foi realizada a substituição do monitor de atividade por um novo monitor carregado.

No dia 14, os participantes trouxeram o restante das amostras de urina, coletaram a última amostra de urina, de forma supervisionada, responderam ao último R24h e retiraram o monitor de atividade.

Além dos três R24h coletados presencialmente, um quarto R24h, referente ao final de semana, foi aplicado por meio de contato telefônico, dentro do período do estudo.

3.5. Análise estatística

Inicialmente todas as variáveis foram descritas por meio do cálculo de médias e desvio-padrão. Para testar a normalidade dos dados foi aplicado teste Kolmogorov-Smirnov. Para a comparação entre os grupos SIC e Controle foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes.

O teste t de Student para amostras pareadas foi utilizado para comparação do GER medido *versus* GER predito dentro do mesmo grupo, e ANOVA para medidas repetidas foi empregada para comparar os três diferentes métodos de determinação do GET em cada grupo.

Gráfico de Bland-Altman foi usado para comparar os diferentes métodos de determinação do GET e também para comparação da ingestão energética com o GET medido por ADM em cada grupo.

O nível de significância fixado para os testes foi de 0,05. Todas as análises foram conduzidas com o auxílio do software SPSS Statistics 21.0 (IBM, Estados Unidos).

Resultados

4. RESULTADOS

4.1. Características dos participantes

Neste estudo foram avaliados 22 voluntários, sendo 11 (cinco homens e seis mulheres), com idades variando entre 37 a 65 anos (53 ± 8 anos) para ambos os grupos SIC e Controle.

As características dos voluntários do grupo SIC, com relação à etiologia e data da ressecção intestinal (alguns voluntários apresentavam mais de uma cirurgia de ressecção, e, portanto, várias datas da ressecção intestinal), tempo após a cirurgia, tempo de trânsito intestinal, ressecção intestinal e/ou intestino remanescente, presença ou ausência da válvula íleo-cecal, diagnóstico de outras doenças, dentre outras características, estão detalhadas individualmente na Tabela 2. Dentre os indivíduos com SIC, três apresentavam a síndrome em decorrência da doença de Crohn, e os demais devido à trombose mesentérica. Neste grupo, a média de tempo após a cirurgia de ressecção intestinal até o momento da coleta de dados foi de $8,2 \pm 5,6$ anos (variando de 1 a 18 anos). Todos os voluntários do grupo SIC apresentaram um tempo de trânsito intestinal menor ou igual a 30 minutos avaliados ao menos um ano após a cirurgia. Dos 11 voluntários com SIC, nove eram do Ambulatório de Nutrologia e dois da Unidade Metabólica do HCFMRP/USP. Estes dois pacientes recebiam TNP (as necessidades energéticas eram fornecidas pela TNP, além da nutrição oral), o que requeria a estes pacientes permanecerem internados (embora não acamados) por uma semana durante o período de estudo de duas semanas. O esquema de TNP de rotina destes dois voluntários os mantinham uma semana no hospital para TNP e uma semana em casa, apenas com alimentação via oral.

Voluntário	Sexo	Outras doenças	Raça	Idade (anos)	Etiologia da Ressecção	Ano da Ressecção	Tempo após a 1ª cirurgia (anos)	Ressecção intestinal e/ou Intestino Remanescente	Válvula íleo cecal	Tempo de trânsito intestinal (minutos)
1	M	Doença de Crohn	branca	48	Doença de Crohn	2010 / 2011	4	Enterectomia segmentar de jejuno e íleo, hemicolectomia (ileostomia)	?	15
2	M	Trombofilia, osteoporose	branca	48	Trombose mesentérica	2011	3	Enterectomia extensa com hemicolectomia direita, transversectomia parcial e anastomose jejuno com cólon transverso, restando 30 cm delgado e 40 cm cólon (reto sigmoide e cólon descendente)	ausente	15
3	M	HAS, DM, litíase biliar, arritmia, DAC (3 IAM prévios)	branca	59	Trombose mesentérica	2005	9	Ressecção de 3 m de intestino preservando 30 cm jejuno + 90 cm de íleo	presente	20
4	M	HAS, IC classe funcional III, DM, dislipidemia, IAM em 2011	branca	63	Isquemia mesentérica	2010	4	Enterectomia e anastomose jejuno-ileal, restando aproximadamente 45 cm de delgado e todo o cólon	presente	15
5	M	trombofilia, Crohn, IRC (tratamento conservador)	branca	52	Doença de Crohn	2008	6	Remanescente de 60 cm de jejuno com término em jejunostomia, com pequeno remanescente de sigmóide sepultado	ausente	30 até a bolsa de jejunostomia
6	F	Artrite reumatóide, osteoporose	branca	52	Trombose mesentérica	2008	6	Ressecção de intestino delgado restando 25 cm de jejuno a partir do ângulo de Treitz, com anastomose jejuno transverso laterolateral	ausente	15
7	F	HAS, IRC conservador, Síndrome do anticorpo antifosfolípide (SAF)	branca	65	Trombose mesentérica	1998	16	Ressecção de íleo distal e cólon ascendente em outro serviço (ausência parcial de intestino delgado com significativa redução do comprimento de suas alças)	presente	15
8	F	Tromboangiíte obliterante	branca	47	Trombose mesentérica	2003	11	Ressecção de parte do jejuno, íleo, cólon ascendente + válvula íleo cecal, ficando 40 cm do jejuno anastomosado em cólon transverso	ausente	15
9	F	Hipertensão arterial	branca	58	Isquemia mesentérica	2013	1	Ressecção a partir de 70 cm do ângulo de Treitz, anastomose com o cólon transverso, restando 70 cm de jejuno proximal	ausente	5 até a estomia
10	F		negra	55	Trombose mesentérica	2000 / 2001	14	Ressecção de delgado a partir de 20 cm do ângulo de Treitz até 5 cm da válvula íleo-cecal, com jejunó-ceco anastomose laterolateral	presente	15
11	F	Doença de Crohn	branca	37	Doença de Crohn	1996/1997 1998/2000 2003/2005 2007	18	Ressecção de 93,4 cm de delgado e 34,8 cm de cólon, restando 90 cm de delgado anastomosado a cerca de 10 cm de cólon ascendente (ileostomia)	ausente	15

Tabela 2- Caracterização dos voluntários do grupo SIC. HAS, hipertensão arterial sistêmica; DM, diabetes mellitus, DAC, doença arterial coronariana; IC, insuficiência cardíaca; IRC, insuficiência renal crônica

4.2. Dados antropométricos e de composição corporal

As características antropométricas e de composição corporal e o ângulo de fase (obtidos por bioimpedância elétrica) dos grupos estão dispostos na Tabela 3. Não houve diferenças significativas entre as médias do grupo SIC e do grupo Controle em relação a essas características. Em ambos os grupos não foi relatada variação ponderal previamente ao início do estudo.

Tabela 3- Características antropométricas e de composição corporal, e ângulo de fase dos grupos¹

Características	SIC ² (n = 11)	Controle ² (n = 11)	p-valor ³
Peso (kg)	55,7 ± 8,7	57,6 ± 6,6	0,559
Altura (cm)	161 ± 8,0	161 ± 7,0	0,954
IMC (kg/m ²)	21,5 ± 3,4	22,3 ± 2,5	0,540
Massa magra (kg)	42,3 ± 6,6	43,5 ± 5,6	0,643
Massa magra (%)	76 ± 5,4	76 ± 6,6	0,832
Massa gorda (kg)	13,4 ± 3,9	14,2 ± 4,2	0,642
Massa gorda (%)	24 ± 5,7	24 ± 6,6	0,796
Água corporal total (L)	31,0 ± 4,2	31,5 ± 3,6	0,780
Água corporal total (%)	73,6 ± 2,0	72,5 ± 1,7	0,194
Ângulo de fase	5,8 ± 1,2	6,4 ± 0,7	0,142

¹Participantes sem síndrome do intestino curto (Grupo Controle) foram pareados por características semelhantes às dos participantes com síndrome do intestino curto (Grupo SIC), incluindo sexo, idade, raça, IMC e doenças crônicas. IMC, índice de massa corporal.

²Valores são expressos como média ± desvio-padrão.

³Teste t de Student para comparação entre os grupos.

4.3. Gasto energético e taxa de oxidação de nutrientes

A Tabela 4 mostra o gasto energético mensurado e estimado, a taxa de oxidação de nutrientes e o QR dos grupos.

O GER e o QR, medidos por calorimetria indireta, bem como a taxa de oxidação de carboidratos e lipídeos não diferiram significativamente entre os grupos. Da mesma forma, não houve diferença no GER estimado pela fórmula de Harris e Benedict (1919). Além disso, quando o GER predito foi comparado com a GER medido, não houve diferença significativa entre os dois métodos, tanto para o grupo SIC, quanto para o grupo Controle ($p = 0,059$; $p = 0,069$, respectivamente).

Por outro lado, o GET, medido por água duplamente marcada, foi significativamente menor ($p = 0,004$) no grupo SIC (1875 ± 276 kcal/dia, variando de 1476 a 2266 kcal/dia; equivalendo, em média, a 34 kcal/kg/dia), em comparação com o grupo Controle (2393 ± 445 kcal/dia, variando de 1887 a 3100 kcal/dia; equivalendo, em média, a 42 kcal/kg/dia).

O GET estimado a partir do acelerômetro não diferiu significativamente entre o grupos SIC (2075 ± 298 kcal/dia, variando de 1578 a 2656 kcal/dia), e o grupo Controle (2207 ± 355 kcal/dia, variando de 1757 a 2909 kcal/dia). Da mesma forma, não houve diferença significativa para o GET estimado por fórmula entre o grupos SIC (1517 ± 175 kcal/dia, variando de 1263 a 1813 kcal/dia), e o grupo Controle (1532 ± 178 kcal/dia, variando de 1205 a 1820 kcal/dia).

A figura 10 apresenta o boxplot do GET determinado pelos diferentes métodos nos grupos SIC e Controle, e as figuras 11 e 12 apresentam gráficos de Bland-Altman para comparação entre os métodos de estimativa do GET em relação à ADM. Observou-se diferença significativa entre o GET medido por ADM e o GET predito por fórmula em

ambos os grupos ($p = 0,004$; $p = 0,000$, respectivamente para o grupo SIC e Controle). O mesmo ocorreu para a comparação entre as estimativas do GET pela fórmula e pelo acelerômetro ($p = 0,001$; $p = 0,000$, respectivamente para o grupo SIC e Controle). No entanto, a comparação entre o GET medido por ADM e o GET estimado pelo acelerômetro diferiu somente no grupo SIC ($p = 0,025$), e não foi significativamente diferente no grupo Controle ($p = 0,212$).

Tabela 4- Gasto energético e taxa de oxidação de nutrientes dos grupos¹

Características	SIC ² (n = 11)	Controle ² (n = 11)	p-valor ³
GER (CI) (kcal/dia)	1357 ± 189	1369 ± 196	0,848
GER (HB) (kcal/dia)	1265 ± 127	1281 ± 104	0,752
GET ADM (kcal/dia)	1875 ± 276	2393 ± 445	0,004
kcal/kg de peso corporal (ADM)	34 ± 3,5	42 ± 6,7	0,004
GET acelerômetro (kcal/dia)	2075 ± 298	2207 ± 355	0,356
GET fórmula (kcal/dia)	1517 ± 175	1532 ± 178	0,844
Oxidação de carboidrato (g/dia)	55,4 ± 64,6	64,8 ± 81,6	0,769
Oxidação de lipídeo (g/dia)	120,5 ± 34,4	119,1 ± 38,2	0,933
QR	0,75 ± 0,06	0,76 ± 0,07	0,781

¹Participantes sem síndrome do intestino curto (Grupo Controle) foram pareados por características semelhantes às dos participantes com síndrome do intestino curto (Grupo SIC), incluindo sexo, idade, raça, IMC e doenças crônicas. GER, gasto energético em repouso; CI, calorimetria indireta; HB, Harris e Benedict; GET, gasto energético total; ADM, água duplamente marcada; QR, quociente respiratório.

²Valores são expressos como média ± desvio-padrão.

³Teste t de Student para comparação entre os grupos.

Figura 10- Boxplot do GET determinado por diferentes métodos nos grupos SIC (n = 11) e Controle (n = 11). GET, gasto energético total; ADM, água duplamente marcada

Figura 11- Gráfico de Bland-Altman para comparação entre o GET medido por ADM com o GET estimado por fórmula nos grupos SIC (n = 11) e Controle (n = 11). GET, gasto energético total; ADM, água duplamente marcada

Figura 12- Gráfico de Bland-Altman para comparação entre o GET medido por ADM com o GET estimado por acelerometria nos grupos SIC (n = 11) e Controle (n = 11). GET, gasto energético total; ADM, água duplamente marcada

4.4. Força de preensão manual e perfil de atividade física

Quanto à força de preensão manual e o perfil de atividade física (Tabela 5), observou-se diferença entre as médias dos grupos para as variáveis tempo caminhando, número de passos por dia, MET, NAF e GEAF.

O comportamento sedentário, definido como o tempo gasto sentado ou deitado (MATTHEWS et al., 2014), também diferiu entre os grupos, sendo maior no grupo SIC em comparação ao grupo Controle.

Em relação à FPM, no grupo SIC, todos os indivíduos do sexo masculino foram classificados abaixo dos valores de referência, e no sexo feminino, apenas um indivíduo (16,7%) foi classificado dentro do valor de referência. No grupo Controle, um indivíduo do sexo masculino (20%) e três indivíduos do sexo feminino (50%) foram classificados dentro dos valores de referência. No entanto, os valores de FPM não diferiram significativamente entre os grupos para ambos os sexos.

Tabela 5- Força de preensão manual e perfil de atividade física dos voluntários¹

Características	SIC ² (n = 11)	Controle ² (n = 11)	p-valor ³
Tempo sedentário (horas)	17,6 ± 2,3	15,4 ± 1,8	0,023
Tempo em pé (horas)	4,9 ± 1,9	6,3 ± 1,4	0,067
Tempo caminhando (horas)	1,5 ± 0,5	2,3 ± 0,8	0,016
Número de passos/dia	6632 ± 2302	10386 ± 3671	0,009
MET/dia	33 ± 1,1	35 ± 1,5	0,008
NAF	1,4 ± 0,1	1,75 ± 0,3	0,001
GEAF (kcal)	330 ± 177	783 ± 331	0,001
FPM feminino (kgf)	20,2 ± 6,6	25,0 ± 6,5	0,230
FPM masculino (kgf)	27,6 ± 4,3	33,4 ± 8,3	0,203

¹Participantes sem síndrome do intestino curto (Grupo Controle) foram pareados por características semelhantes às dos participantes com síndrome do intestino curto (Grupo SIC), incluindo sexo, idade, raça, IMC e doenças crônicas. MET, equivalente metabólico; NAF, nível de atividade física; GEAF, gasto energético em atividade física; FPM, força de preensão manual (membro dominante).

²Valores são expressos como média ± desvio-padrão.

³Teste t de Student para comparação entre os grupos.

4.5. Avaliação da ingestão alimentar

A avaliação da ingestão alimentar estimada pelo R24h e ajustada pela variabilidade intra e interpessoal mostrou que a ingestão calórica foi significativamente maior ($p = 0,004$) pelos voluntários do grupo SIC em comparação ao grupo Controle (Tabela 6).

Em relação à distribuição do VCT entre os macronutrientes da alimentação, apenas o percentual da ingestão de lipídios diferiu entre os grupos, sendo maior pelos sujeitos do

grupo Controle ($p = 0,012$). No entanto, ambos os grupos apresentaram uma ingestão de macronutrientes dentro da recomendação (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005).

O consumo de proteína por quilo de peso corporal atual por dia diferiu entre os grupos sendo maior pelos pacientes do grupo SIC ($p = 0,001$).

O consumo alimentar de energia foi comparado com o GET medido por água duplamente marcada nos grupos (Figura 13). Os pacientes do grupo SIC apresentaram uma ingestão energética (IE) (2645 ± 823 kcal/dia) maior que o GET (1875 ± 276 kcal/dia) ($p = 0,014$). Por outro lado, os sujeitos do grupo Controle apresentaram uma IE (1717 ± 401 kcal/dia) menor que o GET (2393 ± 445 kcal/dia) ($p = 0,001$).

Tabela 6- Análise da composição nutricional da alimentação dos grupos¹

Características	SIC ² (n = 11)	Controle ² (n = 11)	p-valor ³
Energia (kcal/dia)	2645 ± 823	1717 ± 401	0,004
kcal/kg de peso corporal	49 ± 18	30 ± 6	0,005
Carboidrato (g/dia)	369 ± 161	213 ± 73	0,008
Carboidrato (% VCT)	54 ± 8	49 ± 6	0,097
Proteína (g/dia)	119 ± 27	75 ± 10	0,000
Proteína (% VCT)	19 ± 2	18 ± 2	0,574
Proteína (g/kg de peso/dia)	$2,2 \pm 0,6$	$1,3 \pm 0,2$	0,001
Lipídio (g/dia)	82 ± 20	63 ± 9	0,016
Lipídio (% VCT)	29 ± 5	34 ± 4	0,012

¹Participantes sem síndrome do intestino curto (Grupo Controle) foram pareados por características semelhantes às dos participantes com síndrome do intestino curto (Grupo SIC), incluindo sexo, idade, raça, IMC e doenças crônicas. VCT, valor calórico total. Recomendação (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005) para carboidrato: 45 a 65% do VCT, proteína: 10 a 35% do VCT, lipídio: 20 a 35% do VCT.

²Valores são expressos como média $\pm$ desvio-padrão.

³Teste t de Student para comparação entre os grupos.

Figura 13- Gráfico de Bland-Altman para comparação entre o consumo alimentar de energia com o GET medido por ADM nos grupos SIC ($n = 11$) e Controle ($n = 11$). GET, gasto energético total; ADM, água duplamente marcada; IE, ingestão energética

Discussão

5. DISCUSSÃO

O presente trabalho comparou o gasto energético em repouso e total em voluntários com e sem síndrome do intestino curto e verificou a acurácia de outros métodos para a estimativa do gasto energético e para a avaliação da ingestão alimentar.

5.1. Características dos participantes, dados antropométricos e de composição corporal

Uma vez que os sujeitos sem síndrome do intestino curto (grupo Controle) foram pareados por similaridades de idade, sexo, raça, índice de massa corporal e doenças crônicas, com os pacientes portadores de síndrome do intestino curto (grupo SIC), não foram observadas diferenças significativas nas variáveis antropométricas e de composição corporal entre os grupos. Este resultado era esperado, pois estas características foram rigorosamente controladas para se tentar minimizar a interferência dessas variáveis no gasto energético entre os grupos, uma vez que o gasto de energia diária de seres humanos depende principalmente da idade, sexo, atividade física, peso e composição corporal (RIBEYRE et al., 2000). Em geral, a massa livre de gordura explica cerca de 85% da variação individual no gasto energético em repouso e até 90% da variação no gasto energético total diário (CUNNINGHAM, 1991).

Da mesma forma, no grupo SIC, foram incluídos apenas os pacientes com tempo de cirurgia igual ou superior a um ano, para evitar que o fator injúria da cirurgia pudesse alterar o gasto de energia. Nesses pacientes, a adaptação intestinal está limitada aos primeiros um a dois anos após a ressecção na tentativa de compensar a redução da superfície de absorção (TAPPENDEN, 2014b). Como os voluntários desse grupo

apresentaram um tempo médio de cirurgia de 8 ± 6 anos, sugere-se que já tenha ocorrido a adaptação destes pacientes. A adaptação intestinal é definida como a capacidade de manter o crescimento normal e equilíbrio de fluidos e eletrólitos, sem a necessidade de apoio da TNP (GODAY, 2009). Apenas dois pacientes com SIC necessitavam de suporte de TNP e até o momento da coleta de dados, um deles apresentava tempo de três anos após a cirurgia, e o outro de seis anos.

Os pacientes com SIC são muitas vezes classificados de acordo com o comprimento do intestino remanescente. Pacientes adultos com SIC são altamente heterogêneos, apresentando-se com uma ampla variação do comprimento e função do intestino remanescente (JEPPESEN, 2014; KELLY; TAPPENDEN; WINKLER, 2014). Dessa forma, a extensão do intestino remanescente variou entre os pacientes do grupo SIC, sendo que grande parte deles apresentava grandes ressecções. A ressecção intestinal é considerada pequena quando o intestino remanescente apresenta de 100 a 150 cm de comprimento. Grandes ressecções são aquelas em que o intestino remanescente é entre 40 e 100 cm de comprimento; e ressecções maciças são aquelas em que o intestino remanescente é menor do que 40 cm de comprimento (GODAY, 2009). Os pacientes com menos do que 100 cm de intestino delgado apresentam má absorção grave, o que irá resultar em má nutrição se não for adequadamente tratada (WALL, 2013). É importante considerar a presença do cólon nesses pacientes, uma vez que este tem mostrado ser benéfico devido à sua habilidade de absorver água, eletrólitos e ácidos graxos, de diminuir o trânsito intestinal e de estimular a adaptação intestinal (DIBAISE; YOUNG; VANDERHOOF, 2004a). Além disso, o cólon tem a capacidade de recuperar os carboidratos mal absorvidos da dieta, os quais são fermentados por bactérias do cólon em ácidos graxos de cadeia curta que, absorvidos, contribuem para o fornecimento de energia (NORDGAARD; HANSEN; MORTENSEN, 1994). Portanto, em pacientes com

SIC, um segmento do cólon restante pode gerar um adicional de 500 a 1000 calorias por dia (JEPPESEN; MORTENSEN, 1998; PARRISH; DIBASE, 2014). Outro aspecto que parece ser benéfico em pacientes com SIC é a preservação da válvula ileocecal (CHAGAS NETO et al., 2011), que resulta no prolongamento do trânsito intestinal, (influenciando na absorção de água e eletrólitos), na prevenção da hiperproliferação bacteriana (pelo refluxo das bactérias colônicas para o íleo), e na preservação do transporte ativo dos sais biliares no íleo distal, evitando a liberação de cloro na mucosa do cólon, o que pode comprometer ainda mais a absorção dos líquidos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011). Neste estudo, a maioria dos portadores de SIC (n = 6) apresentava ausência da válvula ileocecal, sendo que para um dos demais essa informação era desconhecida. O tempo de trânsito intestinal foi menor ou igual a 30 minutos em todos os pacientes, sendo que para a maioria (n = 8) o tempo de trânsito intestinal foi de apenas 15 minutos. O tempo de trânsito intestinal em adultos com intestino delgado normal é de 84 minutos em média, sendo de duas horas ou menos para a maioria dos casos, e não há diferença significativa entre homens e mulheres ou entre jovens e idosos (KIM, 1968).

5.2. Gasto energético e taxa de oxidação de nutrientes

A adequação nutricional, em especial o estabelecimento de metas de calorias diárias, desempenha um papel fundamental no prognóstico de pacientes com SIC, tanto no pós-cirúrgico a curto prazo, quanto a longo prazo. No entanto, as metas de calorias somente podem ser alcançadas com êxito se a prescrição for precisa. Até o momento, não existiam avaliações objetivas das verdadeiras necessidades diárias de energia em

pacientes com SIC. Além disso, a compensação das perdas devido à má absorção nesses pacientes requer o aumento da ingestão calórica acima das necessidades diárias normais, havendo a necessidade, portanto, de uma melhor compreensão do requerimento energético real nesta população de pacientes (FASSINI et al., 2016).

Até o limite do nosso conhecimento, este estudo é o primeiro a medir objetivamente o gasto de energia em vida livre de pacientes com SIC (FASSINI et al., 2016). Os resultados mostraram uma diferença significativa no GET, medido por água duplamente marcada, entre os grupos, o que pode ter ocorrido devido ao perfil de atividade física também ser diferente entre eles. O GET medido por ADM foi significativamente mais elevado (aproximadamente 20% para o grupo SIC e 36% para o grupo Controle), em comparação com a fórmula de predição frequentemente empregada na prática clínica para esta população. Além disso, as estimativas comuns com base na ingestão de energia por quilo de peso corporal de acordo com o IMC, sugerido por Escott-Stump (2002) (que entre nossos voluntários variou de 25 a 40 kcal/kg/dia) subestima as necessidades energéticas em pacientes com SIC, em média, em 358 kcal/dia. Da mesma forma, se consideramos que a necessidade calórica de pacientes com SIC seja aumentada em 1,2 a 1,3 vezes o requerimento basal (VANDERHOOF; YOUNG, 2003), notamos uma subestimação, já que o GET determinado por ADM foi 1,5 vezes maior que o GER estimado em nosso estudo.

A Associação Americana de Gastroenterologia (AGA, 2003) recomenda o fornecimento de 25 a 30 kcal/kg/dia, no manejo dietoterápico de pacientes com SIC. Da mesma forma, Thompson et al. (2011, 2012) também mencionam que a maior parte desses pacientes adultos requer de 25 a 30 kcal/kg/dia para a manutenção do estado nutricional. No entanto, estes valores permanecem abaixo do requerimento energético observado em nosso estudo, de 34 kcal/kg/dia. Por outro lado, a diretriz da Associação

Médica Brasileira e do Conselho Federal de Medicina propõe uma meta de ingestão de 35 kcal/kg/dia para a alimentação via oral de pacientes com SIC (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2011). Este valor de recomendação se aproxima do requerimento energético verificado neste trabalho, e foi baseado em dados de pacientes com SIC que apresentavam resposta positiva à terapia nutricional proposta (NONINO et al., 2001). Diversos autores fazem recomendações energéticas para pacientes com SIC, embora sem uma fundamentação baseada em avaliação acurada do gasto de energia. Matarese (2013) descreve que a oferta total de calorias recomendada para pacientes com SIC é estimada em 32 kcal/kg/dia, devendo ser individualizada para cada paciente. Outros autores recomendam que a ingestão calórica seja baseada no peso corpóreo ideal, ao invés do peso atual. Como exemplo, Woolf et al. (1987) sugerem que os pacientes com SIC que têm se mantido estáveis durante pelo menos um ano, e que podem tolerar dietas orais, devem aumentar a sua ingestão oral para 35 a 40 kcal/kg de peso corporal ideal, a fim de compensar as suas perdas aumentadas. Já Waitzberg, Borges e Rodrigues (2004) aconselham uma ingestão calórica em torno de 32 kcal/kg de peso corporal ideal/dia. Tarleton e DiBaise (2012) indicam de 35 a 45 kcal/kg de peso tanto para os pacientes com SIC que apresentam cólon em continuidade quanto para aqueles com jejunostomia. E, Calixto-Lima et al. (2010) apresentam diferentes recomendações para cada fase da doença, sendo de 35 a 40 kcal/kg/dia na fase aguda da SIC ou pós-operatória, e de 30 a 35 kcal/kg/dia na fase de adaptação, que tem duração de um a dois anos e é caracterizada pela progressão da nutrição oral, associada ou não à suspensão da nutrição parenteral.

As necessidades energéticas de pacientes com SIC são adicionalmente influenciadas pela má absorção de macronutrientes, uma vez que a quantidade de

energia perdida nas fezes é tipicamente três vezes maior em pacientes com SIC do que em indivíduos saudáveis (DIBAISE; YOUNG; VANDERHOOF, 2004b). Além disso, o extensivo dano no sistema digestivo em pacientes com SIC afeta a absorção de nutrientes e disponibilidade global de energia para as funções diárias. Estudos apontam que 53% de nitrogênio, 50% da gordura e 32% do total da energia consumida são mal absorvidos em humanos com síndrome do intestino curto (ATIA et al., 2011). Pacientes com SIC grave demonstraram má absorção de 42% de nitrogênio, 41% da gordura, 76% de carboidrato e 59% da energia consumida por ingestão oral (ESTÍVARIZ et al., 2008). Diante desta condição, autores sugerem que a ingestão de alimentos tem que ser aumentada em pelo menos 50% das necessidades estimadas para compensar as perdas por má absorção em pacientes com SIC (DIBAISE; YOUNG; VANDERHOOF, 2004b; PARRISH; DIBAISE, 2014). Os autores também sugerem que o aumento da ingestão é viável e melhor tolerado se consumido em cinco a seis refeições durante o dia. Por isso, é importante combinar a nossa informação sobre o GET destes pacientes com as estimativas realistas das perdas de energia, para compensar tanto o requerimento energético de pacientes com SIC, quanto a sua má absorção, que leva a perdas de energia fecais excessivas, e desta forma, evitar a desnutrição e suas consequências.

A avaliação do gasto energético total em condições de vida livre com técnicas não-invasivas permanece um desafio. O método da água duplamente marcada, apesar de, atualmente, ser considerado o padrão ouro para medir o gasto de energia sob estas condições (PLASQUI; WESTERTEP, 2007), exige profissionais treinados, recursos laboratoriais complexos e é bastante caro, o que inviabiliza o seu uso clínico. Dessa forma, é de interesse o desenvolvimento e a validação de métodos mais acessíveis para a avaliação do GET e seus componentes durante as atividades diárias (COPLAND et al., 2008). Neste contexto, o monitoramento da atividade física baseada em acelerometria é

um dos métodos recomendados para a obtenção de informações objetivas sobre o perfil de atividade física e para estimar o gasto de energia (BONOMI et al., 2009; KUMAHARA et al., 2004), devido à sua facilidade de utilização e ao custo relativamente baixo (SCHNELLER et al., 2015).

Para nosso conhecimento, estudos que avaliem o gasto energético a partir do uso de acelerômetros em pacientes com SIC não estão disponíveis na literatura. Em nosso trabalho, o GET estimado a partir do monitor superestimou, com diferença significativa, em 11% o GET medido por ADM, no grupo SIC. Entretanto, no grupo Controle, observou-se uma subestimação de aproximadamente 8%, sem diferença significativa, entre os métodos. Dessa forma, o método da acelerometria poderia ser uma boa alternativa para determinar as necessidades de energia nos sujeitos do grupo Controle, porém não representa o real requerimento energético de pacientes com SIC. Em comparação à estimativa do GET por meio de fórmula, o GET a partir do acelerômetro apresentou-se significativamente maior para ambos os grupos.

Poucos estudos comparam o GET medido por ADM com o GET estimado por acelerometria. Apesar de empregar outro sistema de registro da atividade física, estudo de Copland et al. (2008) verificou que o monitor de atividade ActiReg® subestimou o GET medido por ADM de pacientes gastrectomizados em 14% quando observado alto nível de atividade física ($PAL_{ADM} \geq 1,65$), enquanto que em níveis de AF mais baixos ($PAL < 1,65$) nenhuma diferença foi encontrada. Todavia, Maddison et al. (2009) constatou que o GET estimado por acelerômetro RT3® concorda com o GET derivado por ADM, mas relata que há tanto super quanto subestimação do gasto energético dependendo do nível de AF. É importante notar que o activPAL™ estima indiretamente o gasto energético, não sendo este o seu objetivo primário. Estudo demonstra que os monitores de atividade baseados em acelerometria apresentam evidência de viés. Portanto, a extrapolação desses

resultados deve ser considerada com cuidado uma vez que a quantidade de erro dependerá do tipo e duração das atividades que os indivíduos realizam durante o dia (CALABRÓ et al., 2014).

Em contraste ao que foi observado no GET, o gasto energético em repouso não diferiu significativamente entre os grupos SIC e Controle. Além disso, o GER foi calculado para examinar se havia uma discrepância significativa do GER medido por CI, especialmente porque o GER estimado é geralmente usado nos cálculos para estimativa do GET podendo resultar na subestimação do mesmo. O nosso estudo mostrou que este não é o caso, uma vez que o GER determinado por calorimetria indireta foi aproximadamente 7% maior em comparação com o GER estimado pela equação de Harris e Benedict (1919) (considerando o peso atual), para ambos os grupos, não apresentando diferença significativa entre os métodos de determinação do GER. Portanto, quando a calorimetria indireta não estiver disponível para a determinação precisa do GER em pacientes com SIC, a equação de predição de Harris e Benedict (1919) pode ser empregada para o cálculo do GER na prática clínica.

Há poucos dados disponíveis sobre o gasto energético basal em pacientes com SIC. Li et al. (2011) verificaram uma correlação significativa entre o GER medido por CI e calculados a partir da equação de Harris e Benedict (1919) em pacientes adultos com SIC que necessitam de TNP a longo prazo, e para estes pacientes, o valor do GER por CI foi 10% menor que o valores verificados em nosso estudo. Nossos resultados corroboram com os de Justino et al. (2005), que também não observaram diferença significativa no gasto energético basal avaliado por CI entre pacientes com SIC (adaptados com nutrição oral e cujo tempo de cirurgia era superior a dois anos), e indivíduos saudáveis pareados por sexo, idade e IMC. Entretanto, os autores constataram que o gasto energético estimado pela equação de Harris e Benedict (1919) foi significativamente mais elevado do

que os valores obtidos por CI em ambos os grupos de voluntários com SIC ou controles. Essa informação contradiz nossos resultados, em que existe uma concordância entre o GER medido e predito, todavia o resultado da CI observado neste estudo é 22% menor do que o valor encontrado em nosso grupo SIC, enquanto o valor da estimativa por equação diferiu em apenas 9 kcal. Por outro lado, Araújo et al. (2007), relataram um GER medido por CI apenas 3% menor do que o valor encontrado em nosso estudo, e um GER estimado por Harris e Benedict (1919) também ligeiramente menor. No entanto, ao contrário do resultado do presente estudo, os autores mostraram que o GER estimado pela equação de Harris e Benedict (1919), calculado com o peso atual, subestimou em 20% o real gasto energético dos pacientes com SIC, enquanto o uso do peso ideal se correlacionou positivamente com o gasto energético medido por CI. É importante mencionar que muitos dos pacientes com SIC que foram analisados no estudo de Araújo et al. (2007), também participaram neste estudo (pacientes em tratamento médico eram do mesmo hospital, HCFMRP/USP). As principais diferenças foram que no estudo anterior todos os pacientes estavam no programa de nutrição parenteral, e o tempo decorrido após a cirurgia também era menor, enquanto os mesmos participantes que completaram o nosso estudo apresentavam maior tempo decorrido pós-cirurgia e se encontravam, em sua maioria, em atendimento ambulatorial (sem uso de TNP). Estas diferenças podem ter contribuído para os resultados contrastantes e sugerir uma possível adaptação no GER depois de um tempo cirúrgico médio de oito anos.

A calorimetria fornece importantes informações sobre o comportamento dietético, podendo auxiliar no acompanhamento da evolução da doença pelas alterações metabólicas e calorimétricas envolvidas no processo (MARCHINI et al., 2005a). A partir da determinação dos volumes expiratórios, do oxigênio e do gás carbônico, também é possível calcular a taxa de oxidação dos substratos energéticos glicídicos e lipídicos

(SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2009). Em relação à oxidação de macronutrientes, nossos resultados mostraram que a taxa de oxidação de carboidratos e lipídeos não foi diferente nos voluntários com ou sem SIC, sugerindo que não é necessária uma alteração da ingestão de substrato pelos pacientes com SIC.

A relação entre o VCO_2 e o VO_2 é conhecida como quociente respiratório. Como cada substrato consome e produz quantidades específicas de O_2 e CO_2 , o QR pode ser utilizado como um indicador de qualidade para estimar o tipo de substrato que está sendo predominantemente oxidado por uma pessoa em um dado momento (MARCHINI et al., 2005a; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2009). Um QR de 0,7, conforme observado nos voluntários de ambos os grupos do estudo, indica uma oxidação majoritária de lipídeos (BRANSON; JOHANNIGMAN, 2004; HAUGEN; CHAN; LI, 2007), o que era esperado, uma vez que o exame de calorimetria indireta foi realizado após um período de jejum de 12 horas. O QR diminui quando a gordura é o substrato usado predominantemente para o metabolismo, como, por exemplo, na inanição. Nesses casos, o valor se encontra entre 0,65 e 0,70. Em indivíduos com alimentação saudável, o QR normalmente se encontra entre 0,8 e 0,9 (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2009). A oxidação completa de glicose produz um valor de QR de 1,0 (HAUGEN; CHAN; LI, 2007), e quando ocorre a liponeogênese verdadeira ou a conversão de carboidratos em gordura, como nos casos de superalimentação, normalmente observa-se QR maior do que 1,0 (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2009).

5.3. Força de preensão manual e perfil de atividade física

Acelerômetros são utilizados para quantificar a aceleração do corpo e assim medir a atividade física (BONOMI et al., 2009). Podem, ainda, fornecer informações sobre a sua intensidade, duração e frequência (SCHNELLER et al., 2015). Uma revisão sistemática da literatura caracteriza o acelerômetro como um método confiável e eficaz para a avaliação da AF (AGUILAR CORDERO et al., 2014). Os monitores disponíveis registram a aceleração em diferentes eixos ou planos de movimento e são, frequentemente, descritos como uniaxial, biaxial ou triaxial para o eixo ou plano no qual o monitor é mais sensível na detecção de aceleração (GARATACHEA; TORRES LUQUE; GONZÁLEZ GALLEG0, 2010). O sistema activPAL™ usado neste estudo, é um monitor de atividade triaxial que mede objetivamente a atividade de vida livre (LEASK et al., 2015), sendo, portanto, capaz de não somente estimar o gasto energético despendido com AF, mas também o padrão de atividade física.

Os voluntários do grupo Controle gastaram mais energia com AF, uma vez que as variáveis GEAF e NAF destes sujeitos foram significativamente maiores em comparação aos pacientes com SIC, o que justifica a diferença encontrada no GET entre os grupos. O GEAF é o gasto energético em atividade física e corresponde à porção do GET consumido para a AF. Enquanto o NAF, nível de atividade física, é também comumente utilizado para descrever a quantidade de energia consumida para a AF (BONOMI et al., 2009). Este comportamento também refletiu nos resultados obtidos em METs, que foram significativamente maiores no grupo Controle em comparação ao grupo SIC (1,46 MET/hora e 1,37 MET/hora, respectivamente para os grupos Controle e SIC). O equivalente metabólico é um valor numérico que representa um múltiplo da taxa metabólica em repouso (AINSWORTH et al., 2011). As atividades físicas são

frequentemente classificadas por múltiplos do MET, sendo considerada uma atividade leve quando menor que três, moderada de três a seis, e de alta intensidade quando maior que seis (WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2010).

O tempo caminhando foi significativamente menor no grupo SIC em comparação aos sujeitos controles. Dessa forma, o número de passos diários alcançados pelos pacientes do grupo SIC se enquadrou na faixa de indivíduos que vivem com deficiência ou doença crônica (6500-8500 passos/dia) (TUDOR-LOCKE et al., 2011b). Este resultado foi significativamente menor em comparação ao grupo Controle, cujo comportamento atingiu a meta frequentemente citada de 10000 passos/dia, considerada como um indicativo de um estilo de vida ativo e associado a benefícios para a saúde (TUDOR-LOCKE et al., 2011a). Consequentemente, o tempo sedentário foi significativamente maior no grupo SIC do que no grupo Controle. O comportamento sedentário é definido como o tempo gasto em postura sentada ou deitada, e tem-se mostrado um importante fator de risco modificável para doença crônica, incapacidade e fragilidade. Além de estar associado à mortalidade (KATZMARZYK et al., 2009; MATTHEWS et al., 2012; OWEN et al., 2010), este também indica o risco aumentado de eventos de doença cardiovascular e diabetes, independentemente dos níveis de atividade física (JEFFERIS et al., 2015). O monitor utilizado é considerado como o padrão ouro para a detecção de períodos de comportamento sedentário (CHASTIN; GRANAT, 2010).

A atividade física registrada por meio do acelerômetro activPAL™ foi significativamente menor no grupo SIC e pode-se especular que a falta de energia adequada para se movimentar e realizar atividades da vida diária poderia ser a causa da redução da atividade física nestes pacientes. Por outro lado, não houve diferenças significativas na FPM, tanto para mulheres quanto para os homens, o que sugere que um comprometimento da força não foi observado nos pacientes com SIC em comparação

com os sujeitos controles pareados. A FPM é um teste de função muscular utilizado como um indicador útil do estado nutricional, particularmente na identificação indivíduos com desnutrição crônica (SCHLÜSSEL et al., 2008; VAZ et al., 1996). Os dados a partir da literatura tendem a apoiar o fato de que a FPM pode ser um bom preditor de depleção de massa celular corporal, diminuição funcional durante a internação, complicações pós-operatórias e mortalidade (SCHLÜSSEL et al., 2008), o que não foi observado no grupo SIC, possivelmente pela semelhança da composição corporal entre os grupos.

5.4. Avaliação da ingestão alimentar

Quanto à alimentação dos voluntários estudados, observou-se uma ingestão de energia significativamente maior pelos pacientes do grupo SIC (49 kcal/kg/dia) do que pelos sujeitos do grupo Controle (30 kcal/kg/dia). Estes resultados corroboram com o fato de que para pacientes com SIC, a hiperfagia é a chave para alcançar o requerimento energético e compensar a má absorção (CRENN et al., 2004; JEEJEEBHOY, 2014; LADEFOGED; HESSOV; JARNUM, 1996; MATARESE et al., 2005; SEETHARAM; ROGRIGUES, 2011). A hiperfagia pode ser definida como uma ingestão oral maior que 1,5 vezes o gasto energético em repouso (CRENN et al., 2004). Estudo de Crenn et al. (2004) também observou uma ingestão oral de aproximadamente 46 kcal/kg/dia e 48 kcal/kg/dia, respectivamente para pacientes portadores de SIC sem e com nutrição parenteral.

Todos os pacientes com SIC que podem ser mantidos com dieta oral necessitam ingerir mais energia do que os indivíduos normais, uma vez que grande parte da energia da dieta pode ser mal absorvida (NIGHTINGALE; WOODWARD, 2006). Pacientes com intestino curto clinicamente estáveis durante pelo menos um ano, apresentaram absorção

de gordura, carboidratos, proteínas e calorias totais na ordem de 54%, 61%, 81%, e 62%, respectivamente (WOOLF et al., 1987). Outro estudo com pacientes com SIC, cuja porção do intestino remanescente era em média 75 cm de comprimento, apresentou absorção em média de 67% para o total de calorias, 79% de carboidratos, 52% de gorduras, e 61% para a proteína (MESSING et al., 1991).

Em geral, os pacientes adultos mais estáveis com SIC absorvem apenas cerca de metade a dois terços da energia ingerida e, por conseguinte, a ingestão deve ser aumentada em pelo menos 50% de suas necessidades estimadas (DIBAISE; YOUNG; VANDERHOOF, 2004b; PARRISH; DIBAISE, 2014). Desta forma, para o requerimento energético (analisado por meio da ADM) de 34 kcal/kg/dia, a ingestão de energia deveria ser de aproximadamente 51 kcal/kg/dia. Portanto, a ingestão aumentada de energia observada nos pacientes do grupo SIC (49 kcal/kg/dia) era suficiente para manter o estado nutricional, uma vez que não foi observada variação ponderal.

Enquanto os pacientes com SIC consumiram 15 kcal/kg/dia (770 kcal/dia) a mais do que o GET determinado pela ADM, os sujeitos do grupo Controle consumiram 12 kcal/kg/dia (676 kcal/dia) a menos do que o GET analisado por ADM. Embora a estimativa do consumo alimentar pelo R24h tenha incluído quatro dias de avaliação, sendo um deles final de semana, e tenha sido aplicado o ajuste dos dados de energia e macronutrientes pela variabilidade intra e interpessoal a fim de aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos, pode ter ocorrido uma possível subnotificação da ingestão de energia pelos voluntários do grupo controle, uma vez que os mesmos apresentavam peso estável. Baseado no princípio do balanço energético, a energia metabolizável ingerida é igual ao gasto energético total, ao menos que ocorra uma mudança nos estoques de energia corporais (SCHOELLER, 2002; WOLFE; CHINKES, 2005). Habitualmente, identifica-se a subnotificação por meio da comparação entre a IE e o GET, sendo o método da ADM um

excelente biomarcador da ingestão energética (SCAGLIUSI et al., 2009; SCHOELLER, 2002). Segundo Karelis et al. (2010) a subnotificação constitui um problema frequente, que pode variar de 10 a 91% dependendo da população, método utilizado e definição de subnotificação. Esta é mais frequente em mulheres, em idosos, e em indivíduos obesos.

Em relação à distribuição de macronutrientes da alimentação, ambos os grupos apresentaram porcentagens de ingestão dentro das recomendações atuais (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005): 45 a 65% do VCT para carboidrato, 10 a 35% do VCT para proteína, e 20 a 35% do VCT para lipídeo. Foi observada ingestão do percentual de lipídeos significativamente menor e ingestão de proteína por quilo de peso corporal por dia significativamente maior para os voluntários do grupo SIC comparado ao grupo Controle.

De uma forma geral, para a maioria dos pacientes com intestino curto, recomenda-se uma dieta pobre em lactose, com alto teor calórico proveniente tanto de gorduras quanto de carboidratos complexos e com alta ingestão de proteína (JEEJEEBHOY, 2014). A distribuição dos macronutrientes da dieta para pacientes com SIC irá variar dependendo do intestino remanescente (WALL, 2013). A distribuição recomendada para pacientes que apresentam cólon intacto é de 50 a 60% de carboidrato, 20 a 30% de proteína e 20 a 30% de gordura, caracterizando uma dieta hiperglicídica (PARRISH, 2005; TARLETON; DIBASE, 2012; WALL, 2013). Por outro lado, para pacientes com jejunostomias ou ileostomias a recomendação é de uma dieta hiperlipídica, variando de 20 a 30% de carboidrato, 20 a 30% de proteína e 50 a 60% de gordura (PARRISH, 2005).

Em indivíduos saudáveis, as diretrizes nacionais e internacionais têm recomendado um requerimento de proteína de 0,8 a 1 g/kg/dia, acompanhado de ingestão adequada de energia para permitir uma utilização ótima do nitrogênio. No entanto, não há

evidências suficientes para estender esta recomendação para condições clínicas específicas (PIRONI et al., 2016).

Considera-se que para pacientes adultos com SIC que necessitam de cerca de 30 kcal/kg/dia, deva-se aumentar a ingestão calórica gradativamente, até cerca de 60 kcal/kg/dia, com objetivo de promover hiperfagia, e assim permitir uma absorção suficiente de calorias (JEEJEEBHOY, 2014; TARLETON; DIBASE, 2012).

5.5. Limitações do estudo

Nosso trabalho apresenta limitações para a avaliação completa das necessidades adicionais estimadas nos pacientes com SIC devido à falta de uma medida das perdas de energia fecais. No entanto, o principal intuito deste estudo foi medir objetivamente o gasto energético em vida livre utilizando o método da ADM, que fornece uma medida abrangente das necessidades totais de energia. Uma vez que este é o primeiro estudo que mensura o GET usando a técnica da água duplamente marcada em pacientes com SIC, não há dados anteriores para estimar o tamanho da amostra para o nosso estudo. No entanto, foram incluídos todos os pacientes com SIC que foram cadastrados nos registros hospitalares que datam de pacientes em acompanhamento no HCFMRP/USP durante um período de 18 anos. Além disso, foi observada diferença significativa no GET entre os voluntários do grupo SIC e os do grupo Controle. Considera-se improvável que o tamanho da amostra tenha influenciado nos achados deste estudo.

Conclusão

6. CONCLUSÃO

A estimativa precisa das necessidades energéticas é fundamental para a gestão bem sucedida de uma dieta terapêutica em pacientes com SIC, que por sua vez, influencia o prognóstico do paciente. Considerando-se o grande dano no sistema digestivo que afeta a digestão e absorção de nutrientes e a disponibilidade global de energia para as funções diárias, é importante utilizar metodologias de pesquisa precisas para a determinação da necessidade energética suficiente e que garanta as necessidades diárias de energia nesses pacientes.

Os resultados deste estudo mostram que não houve diferença no GER de pacientes com SIC comparado com sujeitos controles, e os valores medidos não foram diferentes dos valores estimados por fórmula. Da mesma forma, não foi observada alteração na oxidação de substratos energéticos no repouso. Por outro lado, o GET medido por ADM foi significativamente menor nos pacientes com SIC, e o GET estimado a partir do acelerômetro superestima o GET medido por ADM. A ingestão energética foi maior nos pacientes com SIC do que nos sujeitos do grupo Controle caracterizando a hiperfagia nestes pacientes.

A medida das necessidades de energia em pacientes pós-cirúrgicos estáveis com síndrome do intestino curto são mais elevadas em pelo menos 20% do que é estimado por equações de predição utilizadas na prática clínica. Adaptações da estimativa atual de 34 kcal/kg/dia, aumentando as prescrições de ingestão energética em pelo menos 50% das necessidades estimadas nestes pacientes, parecem ser adequadas para apoiar as necessidades diárias de energia e evitar a subnutrição.

Referências

REFERÊNCIAS

- AMERICAN GASTROENTEROLOGICAL ASSOCIATION (AGA). American Gastroenterological Association medical position statement: short bowel syndrome and intestinal transplantation. **Gastroenterology**, Philadelphia, v. 124, n. 4, p. 1105-10, 2003.
- AGUILAR CORDERO, M. J.; SÁNCHEZ LÓPEZ, A. M.; GUISADO BARRILAO, R.; RODRÍGUEZ BLANQUE, R.; NOACK SEGOVIA, J.; POZO CANO, M. D. Accelerometer description as a method to assess physical activity in different periods of life; systematic review. **Nutr. Hosp.**, Madrid, v. 29, n. 6, p.1250-61, 2014.
- AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; HERRMANN, S. D.; MECKES, N.; BASSETT, D. R., JR.; TUDOR-LOCKE, C.; GREER, J. L.; VEZINA, J.; WHITT-GLOVER, M. C.; LEON, A. S. Compendium of physical activities: a second update of codes and met values. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Hagerstown, v. 43, n. 8, p. 1575-81, 2011.
- ARAÚJO, E. C. F.; SUEN, V. M. M.; MARCHINI, J. S.; VANNUCCHI, H. Ideal weight better predicts resting energy expenditure than does actual weight in patients with short bowel syndrome. **Nutrition**, Tarrytown, v. 23, n. 11-12, p. 778-81, 2007.
- ATIA, A.; GIRARD-PIPAU, F.; HÉBUTERNE, X.; SPIES, W. G.; GUARDIOLA, A.; AHN, C. W.; FRYER, J.; XUE, F.; RAMMOHAN, M.; SUMAGUE, M.; ENGLYST, K.; BUCHMAN, A. L. Macronutrient absorption characteristics in humans with short bowel syndrome and jejunocolonic anastomosis: starch is the most important carbohydrate substrate, although pectin supplementation may modestly enhance short chain fatty acid production and fluid absorption. **JPEN J. Parenter. Enteral Nutr.**, Thousand Oaks, v. 35, n. 2, p. 229-40, 2011.
- BAKKER, H.; BOZZETTI, F.; STAUN, M.; LEON-SANZ, M.; HEBUTERNE, X.; PERTKIEWICZ, M.; SHAFFER, J.; THUL, P. Home parenteral nutrition in adults: a european multicentre survey in 1997. ESPEN-Home Artificial Nutrition Working Group. **Clin. Nutr.**, Kidlington, v. 18, n. 3, p. 135-40, 1999.
- BONOMI, A. G.; PLASQUI, G.; GORIS, A. H. C.; WESTERTERP, K. R. Improving assessment of daily energy expenditure by identifying types of physical activity with a single accelerometer. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 107, n. 3, p. 655-61, 2009.
- BORGES, N. J. B. G.; NONINO-BORGES, C. B.; UNAMUNO, M. R. D. L.; SUEN, V. M. M.; MARCHINI, J. S. Terapia nutricional na síndrome do intestino curto. In: VANNUCCHI, H.; MARCHINI, J. S. **Nutrição clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. cap. 5, p. 49-64. (Nutrição e Metabolismo).
- BRAGA, C. B. M.; VANNUCCHI, H.; FREIRE, C. M. M.; MARCHINI, J. S.; JORDÃO JÚNIOR, A. A.; CUNHA, S. F. C. Serum vitamins in adult patients with short bowel syndrome receiving intermittent parenteral nutrition. **JPEN J. Parenter. Enteral Nutr.**, Thousand Oaks, v. 35, n. 4, p. 493-8, 2011.
- BRANSON, R. D.; JOHANNIGMAN, J. A. The measurement of energy expenditure. **Nutr. Clin. Pract.**, Thousand Oaks, v. 19, n. 6, p. 622-36, 2004.

- CALABRO, M. A.; KIM, Y.; FRANKE, W. D.; STEWART, J. M.; WELK, G. J. Objective and subjective measurement of energy expenditure in older adults: a doubly labeled water study. **Eur. J. Clin. Nutr.**, London, v. 69, n. 7, p. 850-5, 2015.
- CALABRÓ, M. A.; LEE, J.-M.; SAINT-MAURICE, P. F.; YOO, H.; WELK, G. J. Validity of physical activity monitors for assessing lower intensity activity in adults. **Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.**, London, v. 11, n. 119, p. 1-9, 2014.
- CALIXTO-LIMA, L.; SPOLIDORO, J. V. N.; LUSTOSA, R. J. C.; SILVA, R. L. S.; JUNQUEIRA, T. S.; CARNEIRO, M. C. Nutrição parenteral na síndrome do intestino curto. In: CALIXTO-LIMA, L.; ABRAHÃO, V.; AUAD, G. R. V.; COELHO, S. C.; GONZALES, M. C.; SILVA, R. L. S. **Manual de nutrição parenteral**. Rio de Janeiro: Rubio, 2010. cap. 17, p. 268-81.
- CHAGAS NETO, F. A.; BARRETO, A. R. F.; MUGLIA, V. F.; ELIAS JUNIOR, J.; BELLUCCI, A. D.; MARCHINI, J. S.; CUNHA, S. F. C. Barium follow through in the assessment and follow-up of adult patients with short bowel syndrome. **Radiol. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 188-91, 2011.
- CHASTIN, S. F. M.; GRANAT, M. H. Methods for objective measure, quantification and analysis of sedentary behaviour and inactivity. **Gait Posture**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 82–6, 2010.
- COMPHER, C.; FRANKENFIELD, D.; KEIM, N.; ROTH-YOUSEY, L.; EVIDENCE ANALYSIS WORKING GROUP. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **J. Am. Diet. Assoc.**, Chicago, v. 106, n. 6, p. 881-903, 2006.
- COPLAND, L.; LIEDMAN, B.; ROTHENBERG, E.; ELLEGARD, L.; HUSTVEDT, B.-E.; BOSAEUS, I. Validity of the ActiReg system and a physical activity interview in assessing total energy expenditure in long-term survivors after total gastrectomy. **Clin. Nutr.**, Kidlington, v. 27, n. 6, p. 842-8, 2008.
- COWARD, W. A. The doubly-labelled-water ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$) method: principles and practice. **Proc. Nutr. Soc.**, Wallingford, v. 47, n. 3, p. 209-18, 1988.
- CRENN, P.; MORIN, M. C.; JOLY, F.; PENVEN, S.; THUILLIER, F.; MESSING, B. Net digestive absorption and adaptive hyperphagia in adult short bowel patients. **Gut**, London, v. 53, n. 9, p. 1279-86, 2004.
- CUNNINGHAM, J. J. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 54, n. 6, p. 963-9, 1991.
- DELANY, J. P. Doubly labeled water for energy expenditure. In: CARLSON-NEWBERRY, S. J.; COSTELLO, R. B. **Emerging technologies for nutrition research**: potential for assessing military performance capability. Washington, DC: National Academies Press, 1997. cap. 12, p. 281-296. Disponível em: <<http://www.nap.edu/read/5827/chapter/20>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

- DIBASE, J. K.; YOUNG, R. J.; VANDERHOOF, J. A. Intestinal rehabilitation and the short bowel syndrome: part 1. **Am. J. Gastroenterol.**, London, v. 99, n. 7, p. 1386-95, 2004a.
- DIBASE, J. K.; YOUNG, R. J.; VANDERHOOF, J. A. Intestinal rehabilitation and the short bowel syndrome: part 2. **Am. J. Gastroenterol.**, London, v. 99, n. 9, p. 1823-32, 2004b.
- DONOHUE, C. L.; REYNOLDS, J. V. Short bowel syndrome. **Surgeon**, Edinburgh, v. 8, n. 5, p. 270-9, 2010.
- DREHMER, M.; MELLO, E. D.; GAZAL, C. H. A.; BEGHETTO, M. G.; SILVEIRA, C. Manejo nutricional de pacientes com Síndrome do Intestino Curto. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 174-80, 2007.
- ESCOTT-STUMP, S. **Nutrition and diagnosis related care**. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- ESTÍVARIZ, C. F.; LUO, M.; UMEAKUNNE, K.; BAZARGAN, N.; GALLOWAY, J. R.; LEADER, L. M.; ZIEGLER, T. R. Nutrient intake from habitual oral diet in patients with severe short bowel syndrome living in the southeastern United States. **Nutrition**, Tarrytown, v. 24, n. 4, p. 330-9, 2008.
- FASSINI, P. G.; PFRIMER, K.; FERRIOLLI, E.; SUEN, V. M. M.; MARCHINI, J. S.; DAS, S. K. Assessment of energy requirements in patients with short bowel syndrome by using the doubly labeled water method. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 103, n. 1, p. 77-82, 2016.
- FASSINI, P. G.; SILVA, J. H.; LIMA, C. M. M.; BRANDAO, C. F. C. M.; WICHERT-ANA, L.; MARCHINI, J. S.; SUEN, V. M. M. Indirect calorimetry: from expired CO₂ production, inspired O₂ consumption to energy equivalent. **J. Obes. Weight Loss Ther.**, Los Angeles, v. S5, p. 1-3, 2015.
- FERRIOLLI, E.; SKIPWORTH, R. J. E.; HENDRY, P.; SCOTT, A.; STENSTETH, J.; DAHELE, M.; WALL, L.; GREIG, C.; FALLON, M.; STRASSER, F.; PRESTON, T.; FEARON, K. C. H. Physical activity monitoring: a responsive and meaningful patient-centered outcome for surgery, chemotherapy, or radiotherapy? **J. Pain Symptom Manage**, New York, v. 43, n. 6, p. 1025-35, 2012.
- FERRIOLLI, E.; PFRIMER, K.; MORIGUTI, J. C.; LIMA, N. K. L.; MORIGUTI, E.; FORMIGHIERI, P. F.; SCAGLUISSI, F. B.; MARCHINI, J. S. Under-reporting of food intake is frequent among Brazilian free-living older persons: a doubly labelled water study. **Rapid Commun. Mass. Spectrom.**, Chichester, v. 24, n. 5, p. 506-10, 2010.
- FERRIOLLI, E.; CRUZ, B. M.; PFRIMER, K. Uso de isótopos leves em ciências nutricionais. In: DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais: aprendendo a aprender**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2008. cap. 23, p. 443-65.
- FIGUEIREDO, I. M.; SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C.; SILVA, F. C. M.; SOUZA, M. A. P. Test of grip strength using the Jamar dynamometer. **Acta Fisiátr.**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 104-10, 2007.

- FRAYN, K. N. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 55, n. 2, p. 628-34, 1983.
- GARATACHEA, N.; TORRES LUQUE, G.; GONZÁLEZ GALLEGU, J. Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. **Nutr. Hosp.**, Madrid, v. 25, n. 2, p. 224-30, 2010.
- GARROW, J. S. Underfeeding and overfeeding and their clinical consequences. **Proc. Nutr. Soc.**, Wallingford, v. 35, n. 3, p. 363-8, 1976.
- GODAY, P. S. Short bowel syndrome: how short is too short? **Clin. Perinatol.**, Philadelphia, v. 36, n. 1, p. 101-10, 2009.
- GODFREY, A.; CONWAY, R.; MEAGHER, D.; OLAIGHIN, G. Direct measurement of human movement by accelerometry. **Med. Eng. Phys.**, London, v. 30, n. 10, p. 1364-86, 2008.
- GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTONELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988. cap. 1, p. 3-8.
- HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G. **Biometric studies of basal metabolism in man**. Washington, DC: Carnegie Institute of Washington, 1919. (Publication number 297).
- HAUGEN, H. A.; CHAN, L.-N.; LI, F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians, **Nutr. Clin. Pract.**, Thousand Oaks, v. 22, n. 4, p. 377-88, 2007.
- INSTITUTE OF MEDICINE. **DRI Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids (Macronutrients)**. Washington, DC: National Academies Press, 2005. Disponível em: <<http://www.nap.edu/read/10490/chapter/1>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **Assessment of body composition and total energy expenditure in humans using stable isotope techniques**. Vienna: IAEA, 2009.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **The doubly-labelled water method for measuring energy expenditure**. Vienna: IAEA, 1990.
- JEFFERIS, B. J.; SARTINI, C.; SHIROMA, E.; WHINCUP, P. H.; WANNAMETHEE, S. G.; LEE, I.-M. Duration and breaks in sedentary behaviour: accelerometer data from 1566 community-dwelling older men (British Regional Heart Study). **Br. J. Sports Med.**, London, v. 49, n. 24, p. 1591-4, 2015.
- JEEJEEBHOY, K. N. Short bowel syndrome. In: ROSS, A. C.; CABALLERO, B.; COUSINS, R. J.; TUCKER, K. L.; ZIEGLER, T. R. **Modern nutrition in health and disease**. 11. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. cap. 77, p. 1069-79.

- JEPPESEN, P. B. Spectrum of short bowel syndrome in adults: intestinal insufficiency to intestinal failure. **JPEN J. Parenter. Enteral Nutr.**, Thousand Oaks, v. 38, n. 1, p. 8S–13S, 2014.
- JEPPESEN, P. B.; MORTENSEN, P. B. Intestinal failure defined by measurements of intestinal energy and wet weight absorption. **Gut**, London, v. 46, n. 5, p. 701-6, 2000.
- JEPPESEN, P. B.; MORTENSEN, P. B. Significance of a preserved colon for parenteral energy requirements in patients receiving home parenteral nutrition. **Scand. J. Gastroenterol.**, London, v. 33, n. 11, p. 1175-9, 1998.
- JUSTINO, S. R.; DIAS, M. C. G.; MACULEVICIUS, J.; COLUGNATI, F. A. B.; SING, T. C.; HALPERN, A. GAMA-RODRIGUES, J.; WAITZBERG, D. L. Basal energy expenditure and diet-induced modifications to thermogenesis in short bowel síndrome. **Clin. Nutr.**, Kidlington, v. 24, n. 1, p. 38–46, 2005.
- KARELIS, A. D.; LAVOIE, M.-E.; FONTAINE, J.; MESSIER, V.; STRYCHAR, I.; RABASALHORET, R.; DOUCET, É. Anthropometric, metabolic, dietary and psychosocial profiles of underreporters of energy intake: a doubly labeled water study among overweight/obese postmenopausal women - a Montreal Ottawa New Emerging Team study. **Eur. J. Clin. Nutr.**, London, v. 64, n. 1, p. 68-74, 2010.
- KATZMARZYK, P. T.; CHURCH, T. S.; CRAIG, C. L.; BOUCHARD, C. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Hagerstown, v. 41, n. 5, p. 998–1005, 2009.
- KELLY, D. G.; TAPPENDEN, K. A.; WINKLER, M. F. Short bowel syndrome: highlights of patient management, quality of life, and survival. **JPEN J. Parenter. Enteral Nutr.**, Thousand Oaks, v. 38, n. 4, p. 427-37, 2014.
- KIM, S. K. Small intestine transit time in the normal small bowel study. **AJR Am. J. Roentgenol.**, Leesburg, v. 104, n. 3, p. 522-4, 1968.
- KUMAHARA, H.; SCHUTZ, Y.; AYABE, M.; YOSHIOKA, M.; YOSHITAKE, Y.; SHINDO, M.; ISHII, K.; TANAKA, H. The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. **Br. J. Nutr.**, Wallingford, v. 91, n. 2, p. 235-43, 2004.
- KYLE, U. G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A. D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; MANUEL GÓMEZ, J.; HEITMANN, B. L.; KENT-SMITH, L.; MELCHIOR, J-C.; PIRLICH, M.; SCHARFETTER, H.; SCHOLS, A. M. W. J.; PICHARD, C. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. **Clin. Nutr.**, Kidlington, v. 23, n. 6, p. 1430-53, 2004.
- LADEFOGED, K.; HESSOV, I.; JARNUM, S. Nutrition in short-bowel syndrome. **Scand. J. Gastroenterol. Suppl.**, London, v. 216, p. 122-31, 1996.
- LEASK, C. F.; HARVEY, J. A.; SKELTON, D. A.; CHASTIN, S. F. M. Exploring the context of sedentary behaviour in older adults (what, where, why, when and with whom). **Eur. Rev. Aging Phys. Act.**, Heidelberg, v. 12, n. 4, p. 1-8, 2015.

- LI, Y.; WANG, X.; HUANG, Y.; LIU, S.; LI, N.; LI, J. The study of resting energy expenditure equation for short bowel syndrome patients. **Zhonghua Wai Ke Za Zhi**, Beijing, v. 49, n. 5, p. 400-3, 2011.
- LIFSON, N.; LITTLE, W. S.; LEVITT, D. G.; HENDERSON, R. M. D₂¹⁸O (deuterium oxide) method for CO₂ output in small mammals and economic feasibility in man. **J. Appl. Physiol.**, v. 39, n. 4, p. 657-64, 1975.
- LIFSON, N., GORDON, G. B., VISSCHER, M. B.; NIER, A. O. The fate of utilized molecular oxygen and the source of heavy oxygen of respiratory carbon dioxide, studied with the aid of heavy oxygen. **J. Biol. Chem.**, v. 180, n. 2, p. 803-11, 1949.
- LOCHS, H.; DEJONG, C.; HAMMARQVIST, F.; HEBUTERNE, X.; LEON-SANS, M.; SCHÜTZ, T.; VAN GEMERT, W.; VAN GOSSUM, A.; VALENTINI, L.; LÜBKE, H.; BISCHOFF, S.; ENGELMANN, N.; THUL, P. ESPEN guidelines on enteral nutrition: gastroenterology. **Clin. Nutr.**, Kidlington, v. 25, n. 2, p. 260-74, 2006.
- MACDONALD, A.; HILDEBRANDT, L. Comparison of formulaic equations to determine energy expenditure in the critically ill patient. **Nutrition**, Tarrytown, v. 19, n. 3, p. 233-9, 2003.
- MADDISON, R.; JIANG, Y.; HOORN, S. V.; MHURCHU, C. N.; LAWES, C. M. M.; RODGERS, A.; RUSH, E. Estimating energy expenditure with the RT3 triaxial accelerometer. **Res. Q. Exerc. Sport**, Washington, v. 80, n. 2, p. 249-56, 2009.
- MARCHINI, J. S.; FETT, C. A.; FETT, W. C. R.; SUEN, V. M. M. Calorimetria: aplicações práticas e considerações críticas. **Fit Perf. J.**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 90-6, 2005a.
- MARCHINI, J. S.; BORGES, C. B. N.; UNAMUNO, M. R. D. L.; SUEN, V. M. M. Terapia nutricional em pacientes com ressecção extensa do intestino delgado. **Diagn. Tratamento**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 173-6, 2005b.
- MARCHINI, J. S.; UNAMUNO, M. R. D. L.; CARNEIRO, J. J.; PALLONE, A.; LEMOS JUNIOR, P. A. G.; RUIZ, C. M. C.; DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. Três anos de tratamento e seguimento de pacientes portadores de síndrome do intestino curto e/ou síndrome de má absorção grave, portadores de desnutrição refratária a dietoterapia via oral - DRD. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, São Paulo, v. 11, n. 27, p. 27-42, 1996.
- MARCHINI, J. S.; UNAMUNO, M. R. D. L.; LEMOS NETO, P. A.; CARNEIRO, J. J.; DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; IGLESIAS, A. C. R. G.; VANNUCCHI, H. Síndrome do intestino curto: aspectos fisiopatológicos, clínicos e suporte nutricional de longa duração. **Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 3-4, p. 310-9, 1994.
- MATARESE, L. E. Nutrition and fluid optimization for patients with short bowel syndrome. **JPEN J. Parenter. Enteral. Nutr.**, Thousand Oaks, v. 37, n. 2, p. 161-70, 2013.
- MATARESE, L. E.; O'KEEFE, S. J.; KANDIL, H. M.; BOND, G.; COSTA, G.; ABU-ELMAGD, K. Short bowel syndrome: clinical guidelines for nutrition management. **Nutr. Clin. Pract.**, Thousand Oaks, v. 20, n. 5, p. 493-502, 2005.

- MATTHEWS, C. E.; COHEN, S. S.; FOWKE, J. H.; HAN, X.; XIAO, Q.; BUCHOWSKI, M. S.; HARGREAVES, M. K.; SIGNORELLO, L. B.; BLOT, W. J. Physical activity, sedentary behavior, and cause-specific mortality in black and white adults in the southern community cohort study. **Am. J. Epidemiol.**, Cary, v. 180, n. 4, p. 394-405, 2014.
- MATTHEWS, C. E.; GEORGE, S. M.; MOORE, S. C.; BOWLES, H. R.; BLAIR, A.; PARK, Y.; TROIANO, R. P.; HOLLENBECK, A.; SCHATZKIN, A. Amount of time spent in sedentary behaviors and cause-specific mortality in US adults. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 95, n. 2, p. 437-45, 2012.
- MESSING, B.; PIGOT, F.; RONGIER, M.; MORIN, M. C.; NDEÏDOUM, U.; RAMBAUD, J. C. Intestinal absorption of free oral hyperalimentation in the very short bowel syndrome. **Gastroenterology**, Philadelphia, v. 100, n. 6, p. 1502-8, 1991.
- MONTEIRO, J. P.; PFRIMER, K.; TREMESCHIN, M. H.; MOLINA, M. C.; CHIARELLO, P.; VANNUCHI, H. **Consumo alimentar - visualizando porções**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2007. (Nutrição e Metabolismo).
- MOSHFEGH, A. J.; RHODES, D. G.; BAER, D. J.; MURAYI, T.; CLEMENS, J. C.; RUMPLER, W. V.; PAUL, D. R.; SEBASTIAN, R. S.; KUCZYNSKI, K. J.; INGWERSEN, L. A.; STAPLES, R. C.; CLEVELAND, L. E. The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 88, n. 2, p. 324-32, 2008.
- NIGHTINGALE, J.; WOODWARD, J. M. Small bowel nutrition committee of the British Society of Gastroenterology. Guidelines for management of patients with a short bowel. **Gut**, London, v. 55, p. iv1-12, 2006. Supplement 4.
- NIGHTINGALE, J. M. Management of patients with a short bowel. **Nutrition**, Tarrytown, v. 15, n. 7-8, p. 633-7, 1999.
- NONINO, C. B.; BORGES, R. M.; PASQUALI, L. S.; MARCHINI, J. S. Terapia nutricional oral em pacientes com síndrome do intestino curto. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 201-5, 2001.
- NORDGAARD, I.; HANSEN, B. S.; MORTENSEN, P. B. Colon as a digestive organ in patients with short bowel. **Lancet**, London, v. 343, n. 8894, p. 373-6, 1994.
- NUSSER, S. M.; CARRIQUIRY, A. L.; DODD, K. W.; FULLER, W. A. A semiparametric transformation approach to estimating usual daily intake distributions. **J. Am. Stat. Assoc.**, Washington, v. 91, n. 436, p. 1440-9, 1996.
- O'KEEFE, S. J. D.; BUCHMAN, A. L.; FISHBEIN, T. M.; JEEJEEBHOY, K. N.; JEPPESEN, P. B.; SHAFFER, J. Short bowel syndrome and intestinal failure: consensus definitions and overview. **Clin. Gastroenterol. Hepatol.**, Philadelphia, v. 4, n. 1, p. 6-10, 2006.
- OWEN, N.; SPARLING, P. B.; HEALY, G. N.; DUNSTAN, D. W.; MATTHEWS, C. E. Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. **Mayo Clin. Proc.**, Oxford, v. 85, n. 12, p. 1138-41, 2010.

- PARRISH, C. R. The clinician's guide to short bowel syndrome. **Pract. Gastroenterol.**, Charlottesville, n. 31, p. 67-106, Sep. 2005.
- PARRISH, C. R.; DIBASE, J. K. Short bowel syndrome in adults – Part 2: nutrition therapy for short bowel syndrome in the adult patient. **Pract. Gastroenterol.**, Charlottesville, n. 134, p. 40-51, Oct. 2014.
- PINHEIRO, A. B. V.; LACERDA, E. M. A.; BENZECRY, E. H.; GOMES, M. C. S.; COSTA, V. M. **Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras**. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2004.
- PIRONI, L.; ARENDS, J.; BOZZETTI, F.; CUERDA, C.; GILLANDERS, L.; JEPPESEN, P. B.; JOLY, F.; KELLY, D.; LAL, S.; STAUN, M.; SZCZEPANEK, K.; VAN GOSSUM, A.; WANTEN, G.; SCHNEIDER, S. M.; THE HOME ARTIFICIAL NUTRITION & CHRONIC INTESTINAL FAILURE SPECIAL INTEREST GROUP OF ESPEN. ESPEN guidelines on chronic intestinal failure in adults. **Clin. Nutr.**, Kidlington, v.35, n. 2, p. 247-307, 2016.
- PLASQUI, G.; WESTERTEP, K. R. Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. **Obesity**, Malden, v. 15, n. 10, p. 2371-9, 2007.
- REEVES, M. M.; CAPRA S. Variation in the application of methods used for predicting energy requirements in acutely ill adult patients: a survey of practice. **Eur. J. Clin. Nutr.**, London, v. 57, n. 12, p. 1530-5, 2003.
- RIBEYRE, J.; FELLMANN, N.; MONTAURIER, C.; DELAÎTRE, M.; VERNET, J.; COUDERT, J.; VERMOREL, M. Daily energy expenditure and its main components as measured by whole-body indirect calorimetry in athletic and non-athletic adolescents. **Br. J. Nutr.**, Wallingford, v. 83, n. 4, p. 355-62, 2000.
- SCAGLIUSI, F. B.; FERRIOLLI, E.; PFRIMER, K.; LAUREANO, C.; CUNHA, C. S. F.; GUALANO, B.; LOURENÇO, B. H.; LANCHÁ JÚNIOR, A. H. Characteristics of women who frequently under report their energy intake: a doubly labeled water study. **Eur. J. Clin. Nutr.**, London, v. 63, n. 10, p.1192-9, 2009.
- SCAGLIUSI, F. B.; LANCHÁ JÚNIOR, A. H. Estudo do gasto energético por meio da água duplamente marcada: fundamentos, utilização e aplicações. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 541-51, 2005.
- SCHLÜSSEL, M. M.; ANJOS, L. A.; VASCONCELLOS, M. T. L.; KAC, G. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. **Clin. Nutr.**, Kidlington, v.27, n. 4, p. 601-7, 2008.
- SCHNELLER, M. B.; PEDERSEN, M. T.; GUPTA, N.; AADAHL, M.; HOLTERMANN, A. Validation of five minimally obstructive methods to estimate physical activity energy expenditure in young adults in semi-standardized settings. **Sensors**, Basel, v. 15, n. 3, p. 6133-51, 2015.
- SCHOELLER, D. A. Validation of habitual energy intake. **Public Health Nutr.**, Oxford, v. 5, n. 6A, p. 883-8, 2002.

SCHOELLER, D. A. Recent advances from application of doubly labeled water to measurement of human energy expenditure. **J. Nutr.**, Rockville, v. 129, n. 10, p. 1765-8, 1999.

SCHOELLER, D. A. Measurement of energy expenditure in free-living humans by using doubly labeled water. **J. Nutr.**, Rockville, v. 118, n. 11, p. 1278-89, 1988.

SCHOELLER, D. A. Energy expenditure from doubly labeled water: some fundamental considerations in humans. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 38, n.6, p. 999-1005, 1983.

SCHOELLER, D. A.; TAYLOR, P. B.; SHAY, Y. Analytic requirements for the doubly labeled water method. **Obes. Res.**, Silver Spring, v. 3, p. 15-20, 1995. Supplement 1.

SCHOELLER, D. A.; KUSHNER, R. F.; JONES, P. J. Validation of doubly labeled water for measuring energy expenditure during parenteral nutrition. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 44, n. 2, p. 291-8, 1986.

SCHULZ, L. O.; SCHOELLER, D. A. A compilation of total daily energy expenditures and body weights in healthy adults. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 60, n. 5, p. 676-81, 1994.

SCRIMGEOUR, C. M.; ROLLO, M. M.; MUDAMBO, S. M.; HANDLEY, L. L.; PROSSER, S. J. A simplified method for deuterium/hydrogen isotope ratio measurements on water samples of biological origin. **Biol. Mass. Spectrom.**, Chichester, v. 22, n. 7, p. 383-7, 1993.

SEETHARAM, P.; RODRIGUES, G. Short bowel syndrome: a review of management options. **Saudi J. Gastroenterol.**, Mumbai, v. 17, n. 4, p. 229-35, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA. **Terapia nutricional na síndrome do intestino curto - insuficiência/falência intestinal**. São Paulo: Associação Médica Brasileira; Brasília, DF: Conselho Federal de Medicina, 2011. (Projeto Diretrizes).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA. **Gasto energético avaliado pela calorimetria indireta**. São Paulo: Associação Médica Brasileira; Brasília, DF: Conselho Federal de Medicina, 2009. (Projeto Diretrizes).

SUEN, V. M. M.; SILVA, G. A.; TANNUS, A. F.; UNAMUNO, M. R. D. L.; MARCHINI, J. S. Effect of hypocaloric meals with different macronutrient compositions on energy metabolism and lung function in obese women. **Nutrition**, Tarrytown, v. 19, n. 9, p. 703-7, 2003.

TAPPENDEN, K. A. Pathophysiology of short bowel syndrome: considerations of resected and residual anatomy. **JPEN J. Parenter. Enteral Nutr.**, Thousand Oaks, v. 38, p. 14S-22S, 2014a. Supplement 1.

TAPPENDEN, K. A. Intestinal adaptation following resection. **JPEN J. Parenter. Enteral Nutr.**, Thousand Oaks, v. 38, p. 23S-31S, 2014b. Supplement 1.

- TARLETON, S.; DIBASE, J. K. Short bowel syndrome. In: MUELLER C. M.; KOVACEVICH, D. S.; MCCLAVE, S. A.; MILLER, S. J.; SCHWARTZ, D. B. **The A.S.P.E.N. Adult Nutrition Support Core Curriculum**. 2nd ed. Silver Spring: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, 2012. cap. 30, p. 511-22.
- THOMPSON, J. S.; ROCHLING, F. A.; WESEMAN, R. A.; MERCER, D. F. Current management of short bowel syndrome. **Curr. Probl. Surg.**, St. Louis, v. 49, n. 2, p. 52-115, 2012.
- THOMPSON, J. S.; WESEMAN, R.; ROCHLING, F. A.; MERCER, D. F. Current management of the short bowel syndrome. **Surg. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 91, n. 3, p. 493-510, 2011.
- THOMSON, A. B. R.; CHOPRA, A.; CLANDININ, M. T.; FREEMAN, H. Recent advances in small bowel diseases: Part II. **World J. Gastroenterol.**, Pleasanton, v. 18, n. 26, p. 3353-74, 2012.
- TRAN, K. M.; JOHNSON, R. K.; SOULTANAKIS, R. P.; MATTHEWS, D. E. In-person vs telephone-administered multiple-pass 24-hour recalls in woman: validation with doubly labeled water. **J. Am. Diet. Assoc.**, Chicago, v. 100, n. 7, p. 777-83, 2000.
- TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; BROWN, W. J.; CLEMES, S. A.; DE COCKER, K.; GILES-CORTI, B.; HATANO, Y.; INOUE, S.; MATSUDO, S. M.; MUTRIE, N.; OPPERT, J.-M.; ROWE, D. A.; SCHMIDT, M. D.; SCHOFIELD, G. M.; SPENCE, J. C.; TEIXEIRA, P. J.; TULLY, M. A.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? For adults. **Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.**, London, v. 8, n. 79, p. 1-17, 2011a.
- TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; AOYAGI, Y.; BELL, R. C.; CROTEAU, K. A.; DE BOURDEAUDHUIJ, I.; EWALD, B.; GARDNER, A. W.; HATANO, Y.; LUTES, L. D.; EWALD, B.; GARDNER, A. W.; HATANO, Y.; LUTES L. D.; MATSUDO, S. M.; RAMIREZ-MARRERO, F. A.; ROGERS, L. Q.; ROWE, D. A.; SCHMIDT, M. D.; TULLY, M. A.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. **Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.**, London, v. 8, n. 80, p. 1-19, 2011b.
- UNITED STATES. Department of Agriculture (USDA). Agricultural Research Service. **USDA Nutrient Database for Standard Reference**. Release 12. 1998. Disponível em: <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO): Versão II**. 2. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006.
- VANDERHOOF, J. A.; YOUNG, R. J. Enteral and parenteral nutrition in the care of patients with short-bowel syndrome. **Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.**, Amsterdam, v. 17, n. 6, p. 997-1015, 2003.
- VAZ, M.; THANGAM, S.; PRABHU, A.; SHETTY, P. S. Maximal voluntary contraction as a functional indicator of adult chronic undernutrition. **Br. J. Nutr.**, Wallingford, v. 76, n. 1, p. 9-15, 1996.

WAITZBERG, D. L.; BORGES, V. C.; RODRIGUES, J. J. G. Síndrome do intestino curto. In: WAITZBERG, D. L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2004. cap. 79, p. 1243-59.

WALL, E. A. An overview of short bowel syndrome management: adherence, adaptation, and practical recommendations. **J. Acad. Nutr. Diet.**, New York, v. 113, n. 9, p. 1200-8, 2013.

WEIR, J. B. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **J. Physiol.**, Oxford, v. 109, n. 1-2, p. 1-9, 1949.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. **World Health Organ. Tech. Rep. Ser.**, Geneva, v. 854, p. 1-452, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global recommendations on physical activity for health**. Geneva: WHO, 2010.

WOLFE, R. R.; CHINKES, D. L. Measurement of total energy expenditure using the doubly labeled water method. In: _____. **Isotope tracers in metabolic research**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005. cap. 8, p. 177-202.

WONG, W. W.; LEE, L. S.; KLEIN, P. D. Deuterium and oxygen-18 measurements on microliter samples of urine, plasma, saliva, and human milk. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 45, n. 5, p. 905-13, 1987.

WONG, W.; SCHOELLER, D. Mass spectrometric analysis. In: PRENTICE, A. M. **The doubly labeled water method for measuring energy expenditure: technical recommendations for use in humans**. Vienna: IDECG/IAEA, 1990. cap. 3, p. 20-47.

WOOLF, G. M.; MILLER, C.; KURIAN, R.; JEEJEEBHOY, K. N. Nutritional absorption in short bowel syndrome. Evaluation of fluid, calorie, and divalent cation requirements. **Dig. Dis. Sci.**, New York, v. 32, n. 1, p. 8-15, 1987.

Apêndices

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Tel: 3602-1000

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(de acordo com a Resolução 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde)

TÍTULO DO PROJETO: Avaliação do metabolismo energético em pacientes com síndrome do intestino curto pelo método da água duplamente marcada.

Responsável: Priscila Giacomo Fassini

Contato dos Pesquisadores Responsáveis:

Av. Bandeirantes 3900, CEP 14049-900 Ribeirão Preto/SP

Tel: (16) 36023370 /Tel: (16) 9107-9739

Supervisores: Prof. Dr. Julio Sérgio Marchini e Profa. Dra. Karina Pfrimer.

E-mail: js marchi@fmrp.usp.br ou kpfrimer@fmrp.usp.br

Você está sendo convidado(a) a participar de um trabalho de pesquisa que será desenvolvido pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP.

1 Justificativa e Objetivo da Pesquisa

A síndrome do intestino curto é um grave problema de má absorção, ou seja, a pessoa não consegue aproveitar corretamente alguns nutrientes, como vitaminas e minerais, e pode estar comendo menos do que necessita para viver bem e com saúde. Assim, o objetivo desta pesquisa é verificar a verdadeira necessidade de energia (calorias) do paciente com a síndrome do intestino curto. Conhecendo-se quanta energia este paciente necessita a cada dia, será possível realizar mudanças em sua alimentação, de modo a garantir que ele está ingerindo a quantidade correta de alimento para uma vida mais saudável.

2 Participação

Não será necessário que fique internado para realizar os exames.

Durante todo o tempo dos exames e do estudo você será acompanhado por profissionais (médicos da Unidade Metabólica e nutricionista).

Você deverá realizar alguns exames e responder algumas perguntas.

As perguntas serão sobre a sua saúde, atividade física e alimentação.

Quanto aos exames, serão feitos os seguintes:

Será verificado seu peso, com auxílio da balança, a altura com o estadiômetro, e a força de sua mão será medida (você apertará, na mão, um aparelho pequeno, chamado dinamômetro de mão). Estes testes não causam desconforto nem dor.

A quantidade de gordura e outros tecidos de seu corpo será medida por bioimpedância. Nesse exame, pequenos adesivos serão colocados nas extremidades do

corpo (pés e mãos), e serão ligados a um aparelho. Durante este teste, que dura 5 minutos, você não sentirá nada.

Também serão anotadas informações sobre a sua alimentação no 1º, no 7º e no 14º dia. Isso será feito pela aplicação de um questionário sobre alimentação, que demora cerca de 20 minutos para você responder.

Para o cálculo do gasto de energia total, você irá receber uma dose de água com alterações químicas. Esta água não apresenta alterações na cor, cheiro, sabor e não apresenta riscos para a saúde. Uma amostra de urina, cerca de 20 ml, será coletada antes de tomar essa água e outras amostras de urina serão colhidas nos dias 1, 2, 3, 7, 12, 13, 14, em um período de duas semanas. Neste período um aparelho de 200 mg, chamado actígrafo, será fixado à coxa com auxílio de folha de curativo para o registro da atividade física, você deverá permanecer com este monitor de atividade durante uma semana, e isso não irá interferir em suas atividades diárias, como tomar banho. O aparelho não causa dor ou riscos para a saúde humana.

Para o cálculo do gasto de energia basal, será realizado um exame pela manhã, após jejum de 12 horas. Você ficará deitado em uma maca, e será colocado em cima de sua cabeça um capacete, você continuará respirando normalmente, permanecendo 30 minutos em repouso.

3 Risco

Os exames podem causar algum desconforto, porém não causam dor nem prejudicam a saúde e não haverá riscos para a integridade física, mental ou moral.

4 Benefícios

Este estudo trará benefícios para obter conhecimento do real gasto energético de pacientes com síndrome do intestino curto, e desta forma, auxiliará na conduta da terapia nutricional. As informações obtidas neste estudo poderão ser úteis cientificamente.

5 Privacidade

Os dados individualizados serão confidenciais e assim que obtidos serão enviados para os participantes e os resultados coletivos serão divulgados nos meios científicos.

6 Contato com os pesquisadores

Os números de telefone do responsável estão à disposição para esclarecimento de dúvidas ou reclamações referente ao estudo.

7 Desistência

É importante que você saiba que a sua participação neste estudo é completamente voluntária e que você pode ter liberdade de recusar ou interromper sua participação a qualquer momento, sem penalidades ou perda de benefícios, aos quais você tem direito. Se sentir incomodado com alguma pergunta dos questionários, você não precisará respondê-la.

Em caso de você decidir interromper sua participação no estudo, a equipe assistente deve ser comunicada e a coleta de amostras para os exames relativos ao estudo será imediatamente interrompida.

Se tiverem dificuldades para ler ou escrever haverá um pesquisador para preencher todos os questionários.

8 Ressarcimento

Qualquer custo durante a pesquisa será por conta dos pesquisadores.

Li as informações acima e entendi o propósito deste estudo a que fui convidado(a) a participar, assim como os benefícios e riscos potenciais da participação no mesmo. Tive a oportunidade de fazer perguntas e todas foram respondidas. Eu, por intermédio deste, dou livremente meu consentimento para participar neste estudo.

Entendo não receberei compensação monetária por minha participação neste estudo.

Eu recebi uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/____ R.G.: _____

Endereço: _____

Ribeirão Preto, ____ de ____ de 20____.

Assinatura do voluntário

Confirmo que expliquei detalhadamente para o paciente e/ou seu(s) familiar(es), ou responsável(eis), o propósito, os riscos, os benefícios e as alternativas para o tratamento(s)/procedimento(s) acima descritos.

Priscila Giacomo Fassini
Nutricionista CRN 18188
Pesquisadora Responsável

Prof. Dr. Júlio Sérgio Marchini
Supervisor

Profa. Dra. Karina Pfrimer
Supervisora

Apêndice B – Protocolo de avaliação

Protocolo de Avaliação

Avaliação do metabolismo energético em pacientes com síndrome do intestino curto pelo método da água duplamente marcada

DADOS GERAIS

Nome do paciente:	Data da avaliação: / /2014	
Registro:	Gênero:	Etnia:
Data de Nascimento:	Idade: anos	Profissão:
Estado civil:	Telefone:	
Endereço:	Bairro:	
Cidade:	CEP:	

DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Variação ponderal: () sim () não	% variação:	Período:
Basal	Peso:	Altura:
Dia 14: / /2014	Peso:	Altura:
		IMC: kg/m ²
		IMC: kg/m ²

DADOS ESPECÍFICOS

1ª Ressecção intestinal:	Data da cirurgia: / /
Etiologia da SIC:	
Extensão do intestino remanescente:	
Válvula íleo-cecal: () presente () ausente	Cólon:
Tempo de trânsito intestinal:	Data do exame: / /
Duração da internação (TNP):	
Intervalo entre os ciclos TNP:	
Número de evacuações/dia:	Característica das fezes:
Fuma cigarro: () Sim () Não	Quantidade:

ATIVIDADE FÍSICA

Pratica Atividade física: () Sim () Não	Tipo:
Frequência:	Duração:

DIAGNÓSTICOS CLÍNICOS:

MEDICAMENTOS UTILIZADOS:

BIOIMPEDÂNCIA

Resistência (Ω):	Reactância (Ω):	Ângulo de fase (°):
Massa magra (kg):	Massa gorda (kg):	Capacitância:
Água (Lt):	Água (%MM):	TMR:
Água intracelular (Lt):	Água extracelular (Lt):	ME/MCC:
MCC (Kg):	Massa extracelular (Kg):	IMC (kg/m ²):

AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR

Medida	Braço Dominante	Braço não-dominante
1ª medida de força de preensão		
2ª medida de força de preensão		
3ª medida de força de preensão		

Observação

Apêndice C – Recordatório alimentar de 24 horas (R24h)

RECORDATÓRIO DE 24H

DATA: / /2014

Lista rápida	
Lista de alimentos esquecidos	

Horário e ocasião	Alimento	Quantidade consumida
Café da manhã		
Colação		
Almoço		
Lanche da tarde		
Jantar		
Ceia		

Apêndice D – Exemplo de carta de resposta dos resultados da pesquisa para os voluntários

Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo

Relatório do estudo: Avaliação do gasto energético em pacientes com síndrome do intestino curto

Paciente: 5

Registro HCRP:

Idade: 52 anos

Data da avaliação: 03 de fevereiro 2014

Seguem os resultados das avaliações realizadas:

- Resultado da avaliação antropométrica:**

Peso atual: 51,8 kg	Altura: 1,67 m
IMC (índice de massa corporal): 18,6 kg/m ²	IMC recomendado: 18,5 a 24,9 kg/m ²
% de gordura corporal: 23,9 %	O risco de doenças associadas à obesidade existe quando a % de gordura corporal é maior ou igual a 25%
% de massa magra: 76,1 %	% recomendada de massa magra: mínimo de 70%

- Resultado da avaliação física:**

Força muscular (braço direito): 32,7 kg/f	Valor semelhante ao encontrado no grupo de pessoas saudáveis com a mesma idade e sexo (valor médio de 32 kg/f)
Número de passos: 6867 passos/dia	É recomendado uma meta de 10.000 passos/dia como indicativo de um estilo de vida ativo e associado a benefícios para a saúde.

- **Resultado do gasto energético:**

Gasto energético	Resultado
Gasto energético em repouso (medido pelo método calorimetria indireta)	1196 quilocalorias / dia
Gasto energético total (medido pelo método água duplamente marcada)	1847 quilocalorias / dia
<p>O gasto energético em repouso representa quantas calorias você precisa para manter as atividades mínimas do seu corpo ao longo do dia.</p> <p>O gasto energético total representa quantas calorias você precisa ingerir ao longo do dia para realizar todas as atividades diárias.</p>	

- **Resultado da avaliação do consumo alimentar:**

➤ **Energia (calorias):** 3823 quilocalorias/dia

Ingestão observada	Ingestão recomendada
Carboidrato: 64% do VET	45 a 65 % do VET
Proteína: 16% do VET	10 a 35% do VET
Gordura: 23% do VET	20 a 35% do VET

* VET = valor energético total da dieta consumida ao longo do dia

Gostaríamos de agradecer a sua valiosa participação. Este estudo trará benefícios para melhor compreensão do gasto energético em pacientes com síndrome do intestino curto.

Os dados disponíveis neste documento são confidenciais e somente os resultados coletivos serão divulgados nos meios científicos.

- **Equipe de Pesquisa:**

Nutricionista: Priscila Giacomo Fassini

Nutricionista: Karina Pfrimer

Médico: Júlio Sérgio Marchini

Orientador: Eduardo Ferriolli

Contato do Pesquisador Responsável:

Priscila Giacomo Fassini

Tel: (16) 3315-3375

E-mail: priscilafassini@usp.br

Anexos

Anexo A – Aprovação do trabalho pelo Comitê de Ética em Pesquisa

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 21 de março de 2013

Ofício nº 911/2013
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 1822/2013

Prezados Pesquisadores,

O trabalho intitulado **"AVALIAÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO EM PACIENTES COM SÍNDROME DO INTESTINO CURTO PELO MÉTODO DA ÁGUA DUPLAMENTE MARCADA"**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 362ª Reunião Ordinária realizada em 18/03/2013, e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido versão datada de 26/02/2013.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (ICH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa. De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Atenciosamente,

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores
PRISCILA GIACOMO FASSINI
PROF. DR. JULIO SÉRGIO MARCHINI (Orientador)
Depto. de Clínica Médica

Anexo B – Método automatizado de múltiplos passos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

Etapas	Finalidade
1. Lista rápida	Coletar uma lista rápida de alimentos consumidos pelo entrevistado em um período de 24 horas anterior à entrevista. Dar pistas para o entrevistado pensar sobre os acontecimentos do dia anterior e que o ajude a lembrar os alimentos consumidos. O entrevistado deve usar suas próprias estratégias para lembrar.
2. Lista de alimentos esquecidos	Obter um recordatório adicional, focando a atenção do entrevistado em 9 categorias de alimentos que são muitas vezes esquecidos: bebidas não alcoólicas, bebidas alcoólicas, doces, salgadinhos, frutas, legumes, queijos, pães e pãezinhos, e quaisquer outros alimentos.
3. Horário e ocasião	Coletar informações sobre o momento em que o entrevistado ingeriu cada alimento e em que ocasião. Classificar os alimentos em ordem cronológica e agrupá-los por ocasião. Detalhar e fazer revisão.
4. Detalhes e revisão	Coletar uma descrição detalhada de cada alimento relatado, quantidade consumida, local em que o alimento foi adquirido (por exemplo: restaurante ou loja), e se ele foi ingerido em casa. Rever cada ocasião e intervalos entre tais ocasiões para obtenção de lembranças adicionais.
5. Prova final	Oferecer uma última oportunidade para recordar os alimentos. Dar pistas sobre situações não marcantes, onde os alimentos podem ser consumidos e facilmente esquecidos. Incentivar o relato de pequenas quantidades de alimentos que podem ter sido consideradas irrelevantes e consequentemente não mencionadas.

Artigo

Artigo publicado – Assessment of energy requirements in patients with short bowel syndrome by using the doubly labeled water method

Am J Clin Nutr. 2016 Jan;103(1):77-82. doi: 10.3945/ajcn.115.122408. Epub 2015 Dec 16.

Assessment of energy requirements in patients with short bowel syndrome by using the doubly labeled water method.

Fassini PG¹, Primer K¹, Ferrioli E¹, Suen VM¹, Marchini JS¹, Das SK².

⊕ Author information

Abstract

BACKGROUND: Short bowel syndrome (SBS) is a serious malabsorption disorder, and dietetic management of patients with SBS is extremely challenging. Once the degree of undernutrition has been assessed, successful dietary intervention is contingent on an accurate estimation and provision of energy needs.

OBJECTIVE: We quantified total energy expenditure (TEE) in patients with SBS by using the doubly labeled water (DLW) method to inform energy needs and nutritional therapy goals.

DESIGN: In this observational study, TEE was measured in 22 participants, 11 with SBS and 11 sex-, age-, and body mass index (BMI)-matched controls (non-SBS), for 14 d with the DLW method. Predicted energy requirements were determined by using the Escott-Stump equation and compared with TEE determined with DLW. Resting energy expenditure was measured by using indirect calorimetry, and an accelerometer was also used to determine physical activity level.

RESULTS: Participants were aged (mean $\pm$ SD) 53 ± 8 y. Measured TEE was significantly higher than predicted TEE for the SBS group (1875 ± 276 compared with 1517 ± 175 kcal/d, $P = 0.001$) and also for the non-SBS group (2393 ± 445 compared with 1532 ± 178 kcal/d, $P < 0.01$). Measured TEE was significantly lower in the SBS group than in the non-SBS group ($P < 0.01$); however, predicted TEE did not differ significantly between the groups ($P = 0.84$). No significant differences were seen between measured and predicted resting energy expenditure either within or between groups.

CONCLUSIONS: Measured TEE in patients with SBS was significantly higher than predicted by using standard equations but also lower than values for age-, BMI-, and sex-matched non-SBS controls. Currently used formulas in clinical practice appear to underestimate energy requirements of patients with SBS, and revision is needed to prevent underfeeding and improve long-term prognosis. This trial was registered at clinicaltrials.gov as [NCT02113228](#).

© 2016 American Society for Nutrition.

KEYWORDS: doubly labeled water; energy requirement; resting energy expenditure; short bowel syndrome; total energy expenditure

PMID: [26675764](#) DOI: [10.3945/ajcn.115.122408](#)