



VIVIAN MARIA DOS SANTOS PARANHOS

TAXA METABÓLICA BASAL EM ATLETAS USUÁRIOS DE CADEIRA DE
RODAS: COMPARAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Campinas

2014

i



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

VIVIAN MARIA DOS SANTOS PARANHOS

TAXA METABÓLICA BASAL EM ATLETAS USUÁRIOS DE CADEIRA DE RODAS:
COMPARAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Dissertação apresentada à Pós-graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra, em Educação Física na área de Atividade Física Adaptada.

Orientador: Edison Duarte

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA VIVIAN MARIA DOS SANTOS PARANHOS, E ORIENTADA PELO PROF. DR. EDISON DUARTE

Prof. Dr. Edison Duarte

CAMPINAS

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio dos Santos Augusto - CRB 8/4991

P212t Paranhos, Vivian Maria dos Santos, 1984-
Taxa metabólica basal em atletas usuários de cadeira de rodas : comparação entre dois métodos de avaliação / Vivian Maria dos Santos Paranhos. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Edison Duarte.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Metabolismo energético. 2. Lesão medular. 3. Esporte adaptado. I. Duarte, Edison. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Basal metabolic rate in athletes of wheelchair users : comparison of two methods

Palavras-chave em inglês:

Energetic metabolism

Spinal cord injury

Adapted sports

Área de concentração: Atividade Física Adaptada

Titulação: Mestra em Educação Física

Banca examinadora:

Edison Duarte [Orientador]

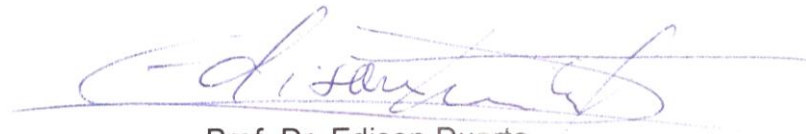
Cláudia Regina Cavaglieri

Maria Luisa Mello Bellotto

Data de defesa: 22-01-2014

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

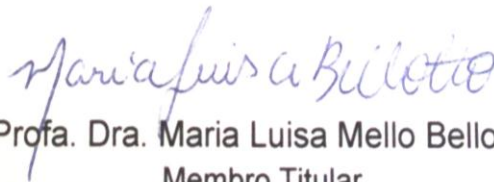
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Edison Duarte
Orientador



Profa. Dra. Cláudia Regina Cavaglieri
Membro Titular



Profa. Dra. Maria Luisa Mello Bellotto
Membro Titular

PARANHOS, Vivian Maria dos Santos. Taxa metabólica basal em atletas usuários de cadeira de rodas: comparação entre dois métodos de avaliação. 2014. Tese (Mestrado em Educação Física)- Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

RESUMO

Considerada atualmente um problema de saúde pública, as lesões na medula espinhal na população aumentam a cada ano e com ela muitos problemas que irão acompanhar o indivíduo ao longo de toda a vida. Algumas dúvidas surgem ao trabalhar com essas pessoas pelos profissionais nutricionistas, visto as alterações fisiológicas decorrentes da lesão. Como calcular o gasto energético total diário e especificar, com maior precisão, as necessidades de calorias totais e de macronutrientes (proteínas, lipídeos, carboidratos e todas as vitaminas e minerais)? Como calcular esse gasto em atletas com lesão medular usuários de cadeira de rodas em suas práticas esportivas? O método comumente empregado para cálculo de gasto energético como a fórmula de Harris-Benedict, por exemplo, elaborada para indivíduos hígidos. Outro método utilizado para esse tipo de avaliação é o de calorimetria indireta, bastante preciso, porém inviável muitas vezes, quer pelo custo, quer pela dificuldade de aplicação. Esse estudo teve como o objetivo analisar o gasto energético basal através de um método de calorimetria indireta em atletas usuários de cadeira de rodas e comparar os resultados com a fórmula comumente utilizada (Harris-Benedict) buscando comparar os valores apresentados entre esses dois métodos. O estudo foi realizado com 14 indivíduos praticantes da modalidade de rugby em cadeira de rodas, com lesão da medula espinhal cervical (C5-C7), do gênero masculino, com idade entre 25 e 36 anos. Observou-se uma correlação significativa de 0,58 entre a comparação dos dois métodos e concordância significativa com intervalo de confiança entre eles de +154,3 kcal/dia até -115,5 kcal/dia. No entanto a fórmula de Harris & Benedict não prevê e não calcula o gasto relacionado à espasmos musculares, comum nessa população, dentre outras especificidades. Concluiu-se que a calorimetria indireta é um método mais preciso, validado e mais indicado para essa população quando comparado à fórmula de predição de Harris & Benedict, devido as especificidades da lesão da medula espinhal.

Palavras-Chaves: Metabolismo energético; lesão medular; esporte adaptado.

PARANHOS , Vivian Maria dos Santos. Basal metabolic rate in athletes of wheelchair users: comparison of two methods. 2014. Thesis (Master of Physical Education) Faculty of Physical Education. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

ABSTRACT

Currently considered a public health problem, injuries to the spinal cord in the population increase every year and with it many problems that will accompany the individual throughout life. Some questions arise when working with these people by professional nutritionists, since the physiological changes resulting from injury. How to calculate the total daily energy expenditure and to specify more precisely the needs of total calories and macronutrients (proteins, lipids, carbohydrates and all the vitamins and minerals)? How to calculate this expense in athletes with spinal cord injury wheelchair users in their sports practices? The common method for calculating energy expenditure as the Harris-Benedict formula, for example, designed to healthy individuals. Another method used for this type of assessment is to indirect calorimetry quite accurate, but often impractical, either by cost or by the difficulty of implementation. This study aimed to analyze the basal energy expenditure through a method of indirect calorimetry in athletes of wheelchair users and compare the results with the commonly used formula (Harris -Benedict) trying to compare the values presented between these two methods. The study was conducted with 14 subjects practicing the sport of rugby in wheelchairs with cervical spinal cord (C5 - C7), male, aged between 25 and 36 years. There was a significant correlation of 0.58 between the two methods and a significant agreement with a confidence interval between them +154.3 kcal / day to -115.5 kcal / day. However the formula of Harris & Benedict does not provide and does not calculate the expense related to muscle, spasms common in this population, among other specifics. It was concluded that indirect calorimetry is a more accurate, validated and most appropriate method for this population when compared to the prediction formula of Harris & Benedict, because the specifics of spinal cord injury.

Key - words: Energetic metabolism; spinal cord injury; adapted sports.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1 Gasto energético basal.....	05
2.1.1 Definições e terminologias.....	05
2.1.2 Métodos de mensuração do gasto de energia.....	06
2.1.2.1 Água duplamente marcada.....	07
2.1.2.2 Calorimetria direta.....	07
2.1.2.3 Calorimetria indireta.....	09
2.1.3 Técnica duplamente indireta de estimação de taxa metabólica basal.....	11
2.2 Lesão da medula espinhal.....	12
2.2.1 Epidemiologia da lesão da medula espinhal.....	12
2.2.2 Tipos de lesões da medula espinhal.....	13
2.2.3 Características e complicações decorrentes da lesão da medula espinhal.....	15
2.3 Gasto energético basal e atividade física após lesão medular.....	17
2.4 O jogo de Rugby em Cadeira de Rodas.....	19
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 Desenho metodológico.....	21
3.2 Seleção dos indivíduos.....	21
3.2.1 Critérios de inclusão.....	21
3.2.2 Critérios de exclusão.....	22
3.3 Anamnese e avaliação antropométrica.....	22
3.4 Mensuração da calorimetria indireta por sistema de circuito aberto.....	22
3.5 Mensuração das necessidades energéticas segundo Harris & Benedict (1919).....	25
3.6 Análise estatística.....	25
4 RESULTADOS	26

5 DISCUSSÃO	30
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
Apêndice 1 – Anamnese (coleta de taxa metabólica em repouso).....	40
Apêndice 2 – Aos atletas: Avaliação de gasto energético em repouso.....	41
Anexo 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido para participante da pesquisa.....	42
Anexo 2 – Aprovação da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa.....	45

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e aos meus anjos da guarda que me acompanham em toda essa caminhada me trazendo força, paz e serenidade. Segundo, ao meu orientador professor Dr. Edison Duarte pelo incentivo ao início da carreira acadêmica e finalmente a minha maravilhosa e compreensiva família e namorado, pelo apoio, compreensão e todo o suporte necessário.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é muito importante mas perigoso ao mesmo tempo, pois nestes dois anos muitas pessoas contribuíram direta e indiretamente com essa importante realização da minha vida profissional e acadêmica e tenho muito receio de esquecer alguém. Tenho uma lista enorme e com certeza muitos ficarão de fora por meu esquecimento, mas tenham certeza que estarão sempre em meu coração.

Agradeço a Deus, meus mentores espirituais e anjos da guarda por manterem minha mente sã, cheia de vitalidade, energia e pensamentos positivos para que tudo pudesse acontecer da forma que aconteceu.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Edison Duarte por ser esse profissional ilustre, renomado e extremamente dedicado, mas antes de tudo, essa pessoa simples, cheia de vida e otimismo mesmo em momentos difíceis e atribulados e principalmente pela confiança, por me incentivar a crescer, a superar obstáculos, por todas as minhas conquistas nesta caminhada, por ser meu exemplo. Deixo aqui meu muitíssimo obrigada!

À minha linda família: Tânia, minha maravilhosa mãe, meu exemplo de vida, de empenho e dedicação (a tudo e todos!), uma verdadeira fortaleza! Não conheço mãe mais maravilhosa que a minha! Nei, meu pai, meu exemplo de superação e crescimento na vida. Obrigada por sempre se esforçar em nunca me deixar faltar nada. Se sou esta pessoa e profissional que sou hoje, devo isso a vocês! Peço muito a Deus em minhas orações que eu possa oferecer aos meus futuros filhos o amor, a dedicação, o esforço e tudo que me ofereceram e ainda me oferecem hoje em dia. Meus sinceros e mais puros agradecimentos por ser vocês a chave do meu sucesso! E claro que não poderia deixar de agradecer minha irmãzinha querida, Pati, que vive em um momento tão turbulento quanto o meu, apesar de ainda estar na faculdade e praticamente não morar mais em casa, só gostaria de dizer que te amo muito!

Uma dedicação especial ao meu namorado, meu companheiro, pela preocupação e dedicação sempre e por toda paciência e compreensão.

A todos os professores da FEF em especial a Dra Cláudia Cavaglieri pela orientação em meu primeiro ano de mestrado e atualmente pelas contribuições na banca e Dr. José Irineu por permitir minha entrada na equipe de Rugby em cadeira de rodas e possibilitar minha coleta.

A todos os colegas do laboratório de atividade motora adaptada (LAMA), principalmente a Andréia, Luis Felipe, Luis Gustavo e as agregadas do laboratório Nathalia e Enia por todos os momentos ótimos tanto dentro quanto fora do laboratório. Agradeço também aqueles que estavam sempre prontos para ajudar: Anselmo, Sheila, Pena, etc

Aos atletas que colaboraram com o estudo: Sandro, Ademir, Armando, Hendrik, Washington, Luciano, Alexandre, Luís, Jeferson, Kadu, Lucas, Leandro, Miguel e Davi, por todo o aprendizado mútuo. Aos demais participantes das equipes de esporte adaptado e para-esportes da UNICAMP, em especial a esgrima em cadeira de rodas que tive maior contato.

Aos meus acadêmicos que tiveram paciência neste período e com certeza torceram pelo final desta etapa.

A empresa Cosmed[®] pelo empréstimo do aparelho de coleta, em especial ao Adonias pelo suporte, treinamento e total disponibilidade em ajudar.

Aos meus amigos e amigas de longas datas e os de nem tanta assim, pelo auxílio e incentivo em diversos momentos e principalmente pela compreensão em meus momentos de ausência. As “abélgas” mais queridas: Lu, Lê, Li, Pri e Dani, obrigada pela grande amizade meninas!

Aos colaboradores da FEF de todos os setores e a todos que contribuíram de alguma forma com este trabalho neste período.

MUITÍSSIMO OBRIGADA!!

EPÍGRAFES

"Na vida não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos.
Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós!" **Chico Xavier**

"Enquanto eu tiver perguntas e não houver respostas, continuarei a escrever!" **Clarice Lispector**

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E FIGURAS

Figura 1 – Mensuração direta da produção de calor pelo corpo.....	08
Figura 2 – Mensuração indireta através de trocas gasosas.....	09
Figura 3 – Lesão da medula espinhal por causas traumáticas no Brasil.....	13
Figura 4 – Os 31 pares de raízes nervosas do corpo humano.....	14
Figura 5 – Imagem FitMate GS – Cosmed®.....	23
Figura 6 – Imagem do visor do aparelho - FitMate GS – Cosmed®.....	23
Figura 7 – Atleta durante teste de calorimetria indireta por sistema de circuito aberto ventilado	24

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 – Caracterização da amostra.....	26
Tabela 2 – Coeficientes de correlações entre as variáveis do estudo.....	27
Gráfico 1 – Comparação entre os métodos H&B e CI através de Bland-Altman.....	27
Gráfico 2 – Visualização de dois teste de diferentes indivíduos utilizando o método da calorimetria indireta. Gráfico 2a – Análise da CI com presença de espasmos.....	28
Gráfico 2b – Análise da CI sem a presença de espasmos.....	28
Gráfico 3 – Testes realizados por sujeitos que apresentaram espasmos durante a realização do teste de calorimetria indireta. Gráfico 3a – Sujeito G	29
Gráfico 3b – Sujeito H	29
Gráfico 3c – Sujeito I	29
Gráfico 3d – Sujeito J	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da ASIA quanto aos tipos de Lesão da Medula Espinhal.....	15
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRC	Associação Brasileira de Rugby em Cadeira de Rodas
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
ADE	Ação Dinâmica Específica
ASIA	<i>American Spinal Injury Association</i>
DCV	Doença Cardiovascular
EEA	Efeito Específico do Alimento
ETA	Efeito Térmico do Alimento
FC	Frequência Cardíaca
GE	Gasto Energético
GEAF	Gasto Energético Associado a Atividade Física
GET	Gasto Energético Total
HB	Harris & Benedict (1919)
IMC	Índice de Massa Corporal
LME	Lesão da Medula Espinhal
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
RCR	Rugby em cadeira de rodas
TID	Termogênese Induzida pela Dieta
TMB	Taxa Metabólica Basal
TMR	Taxa Metabólica de Repouso
VO ₂ max	Volume Máximo de Oxigênio

1. INTRODUÇÃO

A mensuração das necessidades energéticas individuais se faz necessária, dentro da nutrição clínica, para se estabelecer prescrições dietéticas adequadas. Indivíduos que apresentam lesão na medula espinhal (LME) tem redução em suas atividades físicas diárias, tornando-se sedentários, na maioria das vezes, sendo um dos fatores que alteram seu estilo de vida. Esse fato, via de regra, provoca mudanças na composição corporal, principalmente perda de massa magra e consequentemente diminuição na taxa de metabolismo basal e gasto de energia diário (Sedlock & Laventure, 1990; Lynch et al., 2002; Jones et al., 2003; Maggioni et al., 2003; Spungen et al., 2003; Bertoli et al., 2006; Dionyssiotis et al., 2008; Maruyama et al., 2008; Rajan et al., 2008). É portanto, importante que as necessidades energéticas em lesados medulares sejam avaliadas, permitindo que seu suporte nutricional seja feito de forma adequada (Hasson et al., 2011).

O dispêndio de energia diário, mais comumente chamado de gasto energético total (GET) de um indivíduo, é determinado por três componentes principais, são eles: a taxa metabólica basal (TMB) também conhecida como taxa metabólica de repouso (TMR), o efeito térmico dos alimentos (ETA) e o gasto energético associado a atividade física (GEAF) (Sedlock & Laventure, 1990; Levine, 2005; Melzer et al., 2007; McArdle et al., 2011).

O principal componente e de maior influência no GET, a TMB, caracteriza-se pela necessidade individual mínima de energia para realizar funções vitais do corpo no estado de vigília, representando aproximadamente 60 a 75% do gasto energético (GE) diário e tendo como principal fator de variação a quantidade de massa magra corporal do indivíduo. Essa necessidade é quantificada pela mensuração da captação de oxigênio e deve ser realizada com o indivíduo deitado, em média 8 horas de sono, sem ter consumido nenhum alimento por pelo menos 12 horas e não realizar qualquer atividade física por no mínimo 2 horas antes do teste (Levine, 2005; Vanhees et al., 2005; Melzer et al., 2007; Hasson et al., 2011; McArdle et al., 2011). O ETA, por ingestão dos alimentos, também possui influência no aumento do metabolismo energético por parte dos processos que necessitam de energia para a digestão, absorção e assimilação dos nutrientes, sendo responsável por 10% do GET com variação de 5% dependendo da composição da dieta do indivíduo (Lamonte & Ainsworth, 2001; Levine, 2005; Mahan, 2005). O último componente e não menos importante GEAF possui extensa variação que vai de 10% (no caso de indivíduos acamados) a 50% (em atletas) do GET, podendo ser explicada através da composição

corporal, do tipo e frequência de atividade física realizada pelo indivíduo, além de atividades involuntárias como espasmos e calafrios (Lamonte & Ainsworth, 2001; Levine, 2005; Vanhees et al., 2005).

Independentemente dos componentes principais e individuais do GET, e qualquer que seja o processo metabólico do organismo, todos acabam resultando na produção de calor. A calorimetria, chamada assim devido a mensuração da transferência desse calor, pode ser calculada por diversos métodos (Levine, 2005; Mahan, 2005; McArdle et al., 2011). A TMB por ser responsável pela maior parte do GET (cerca de 60 a 75%) é comumente calculada e utilizada por inúmeros autores, sendo o método mais utilizado, preciso e validado, a calorimetria indireta (Buchholz et al., 2003(a); Bauman et al., 2004; Melzer et al., 2007; Hasson et al., 2011). Este método, através da oxidação dos substratos, estima o consumo de oxigênio e produção de dióxido carbônico. Tipicamente, as análises dos gases respiratórios são realizadas utilizando um sistema de circuito aberto ventilado no qual para a análise da TMB, o indivíduo necessita estar fisicamente e mentalmente em repouso (Levine, 2005; Hasson et al., 2011).

Devido ao custo muitas vezes inviável dessas análises e às condições que dificultam sua aplicabilidade frequente, o uso de equações de predição para o cálculo da estimativa das necessidades de energia é importante para a prática clínica, pois apesar de não fornecerem resultados tão precisos quanto os da calorimetria indireta, devido a sua praticidade, são muito utilizados como análise de gasto de energia em qualquer indivíduo, mesmo aos que apresentam a lesão da medula espinhal (Melzer et al., 2007; Hasson, 2011). A equação de Harris & Benedict é o método duplamente indireto mais utilizado na prática clínica para calcular a TMB, contudo estudos têm encontrado significativas diferenças quando comparado a calorimetria indireta em diferentes populações (Frankenfield et al., 1998; Pirat et al., 2009; Frankenfield, 2013; Song et al., 2013).

As pessoas com lesão medular têm suas necessidades energéticas alteradas, principalmente aquelas que sofrem lesão na região cervical (tetraplegia) visto que há alterações constantes do controle de temperatura corporal; presença de úlceras de pressão; alterações no aparelho locomotor; nos sistemas respiratório, cardiovascular e metabólicos (Ares & Cristante, 2007; Campana, 2010). Deve-se lembrar que quanto mais cranial for a lesão, maior o comprometimento desses níveis nos indivíduos.

A inatividade física é um fator único e independente para as doenças cardiovasculares em qualquer indivíduo, seja ele com ou sem lesão da medula espinhal (Carty, 2012; Matos-Souza, 2012). A inclusão dos exercícios físicos regulares em indivíduos LME traz benefícios como o aumento da massa muscular total (e conseqüente aumento da TMB), principalmente em membros que se encontram acima da lesão, melhora do condicionamento físico, maior independência, aumento no seu convívio social e diminuição da prevalência de doenças cardiovasculares (DCV), dentre outros (Tasiemski et al., 2000; Hiremath et al., 2012).

A prática de esportes para pessoas com deficiência está aumentando significativamente em nosso país nos últimos anos, e o rugby em cadeira de rodas é o esporte específico para pessoas com tetraplegia. Esse esporte começa a ser praticado no Brasil somente no ano de 2005 (mundialmente criado em 1977) com os Jogos Mundiais em Cadeira de Rodas e Amputados e no ano de 2013 oito equipes disputaram o campeonato brasileiro da modalidade, sendo quatro na primeira divisão e quatro na segunda. Cada equipe tem em média oito jogadores, com um total de aproximadamente sessenta e quatro em todo país (ABRC, 2013). A maioria das equipes apresentam programas esporádicos de treinamento, somente dois times treinam de forma sistemática, e apenas uma com esse tipo de treinamento há mais de um ano. Este time incorporou em sua equipe uma nutricionista que está atuando no acompanhamento dos atletas e fornecendo orientações nutricionais, porém seu trabalho ainda não pode ser realizado com precisão, pois o cálculo do gasto energético basal para esses atletas é desconhecido, devido as alterações provocadas pela lesão da medula espinhal e a prática frequente de exercícios físicos que estão associadas nestes casos.

Portanto o estudo em questão trabalha com hipóteses alternativas: a de que a calorimetria indireta e a fórmula de predição de H&B (1919) são significativamente iguais podendo ser utilizadas uma em substituição a outra, e a segunda hipótese nula de que são diferentes, não sendo possível utilizá-las em mesma situação a fim de obter os mesmos resultados.

Até o presente momento, é incerto se equação de Harris-Benedict (1919), muito utilizada na prática clínica usual, calcula com alguma precisão, a TMB de indivíduos que apresentam lesão da medula espinhal, principalmente em atletas. No entanto é possível estimar a TMB desses indivíduos através da mensuração pela calorimetria indireta que é um método preciso e validado. Portanto o objetivo do estudo foi avaliar o grau de concordância entre a TMB

mensurada pelo método de calorimetria indireta e pelo método duplamente indireto (equação de Harris & Benedict) em atletas com LME e a possibilidade de aplicação dessa equação na prática clínica para estimar a TMB desses indivíduos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gasto energético basal

2.1.1 Definições e terminologias

O gasto energético (GE) nos indivíduos reflete as demandas metabólicas e orgânicas do nosso corpo. A soma da energia fornecida durante um dia todo totalizando um período de 24 horas é chamada de gasto energético total (GET) e este pode ser dividido em três principais componentes: a taxa de metabolismo basal (TMB), o efeito térmico dos alimentos (ETA) e o gasto energético associado a atividade física (GEAF) (Sedlock & Laventure, 1990; Cuppari, 2005; Levine, 2005; Mahan, 2005; Melzer et al., 2007; McArdle et al., 2011).

A taxa metabólica basal (TMB) é o nível mínimo de energia dispendida que cada indivíduo necessita para desempenhar as funções vitais no estado acordado, sendo o principal componente do GET e responsável por cerca de 60 a 75% do gasto energético de indivíduos sedentários (Levine, 2005; Hasson, 2011). Essa energia é utilizada para manter a temperatura corpórea e contrações musculares involuntárias, além de funções vitais como a respiração, circulação, metabolismo celular e atividade glandular (Melzer et al., 2007; Hasson, 2011). Para a mensuração da TMB, de acordo com estudos encontrados, é necessário que o indivíduo tenha 8 horas de sono em média (no dia anterior a avaliação), e durante o teste permanecer deitado enquanto, sem ter ingerido qualquer alimento por pelo menos 12 horas antecedentes; evitando assim o aumento do metabolismo induzido por qualquer motivo. Para reduzir outras influências calorígenas, o indivíduo não pode realizar qualquer atividade física por um mínimo 2 horas antes do teste. O consumo de oxigênio para o cálculo da TMB varia de acordo com gênero, idade, tamanho, corporal total e peso corporal isento de gordura e seu conhecimento permite estabelecer a linha basal para elaborar programa de controle de peso através de adequada prescrição de calorias, do exercício regular e uma combinação de ambos. (Cuppari, 2005; Levine, 2005; Vanhees et al., 2005; Melzer et al., 2007; Hasson, 2011; McArdle et al., 2011).

Conceitualmente, alguns autores se referem a taxa metabólica basal (TMB) como sendo sinônimo a taxa metabólica de repouso (TMR), tendo recomendações e valores similares (Wilmore et al., 2008) . Contudo Mahan & Escott-Stump (2005) sugerem que esses componentes

são diferentes e com definições próprias, porém por razões práticas eles são utilizados como sinônimos por serem de difícil diferenciação, apesar da TMR possuir valores de 10 a 20% maiores em relação a TMB. Além disso, os autores referem-se ao gasto energético em repouso como TMB (Tappy et al., 2003; Yilmaz et al., 2007) e outros como TMR (Vanhees et al., 2005; Lagerrous & Lagiou, 2007; Hasson et al., 2011). Devido a essas dificuldades conceituais, nesta revisão foram adotadas essas duas terminologias (TMB e TMR) como sendo sinônimos seguindo o protocolo de repouso e o jejum prolongado de 12h.

O efeito térmico dos alimentos (ETA) também chamado de termogênese induzida pela dieta (TID), ação dinâmica específica (ADE) ou efeito específico do alimento (EEA) é um outro componente que ocasiona aumento do GET. Este aumento está associado a digestão, transporte e metabolismo de nutrientes, assim como ao armazenamento das reservas corpóreas de glicogênio e gordura, representando aproximadamente 10% do GET diário com variação de 5% (Lamonte & Ainsworth, 2001; Cuppari, 2005; Levine, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005; Vanhees et al., 2005). Esta variação pode ocorrer devido a composição da dieta do indivíduo, sendo maior após consumo de carboidratos e proteínas em comparação a gordura. A gordura é eficiente ao ser metabolizada, possui apenas 4% de perda quando comparada a 25% de perda quando o carboidrato é convertido em gordura (Mahan & Escott-Stump, 2005).

O gasto energético associado a atividade física (GEAF) é o terceiro e último componente do GET, porém o segundo maior componente desse gasto, podendo variar de apenas 10%, em uma pessoa acamada, até 50% das necessidades diárias de energia em atletas (Cuppari, 2005; Levine, 2005). Essas variações podem ser explicadas através da composição corporal do indivíduo e do tipo e frequência de atividade física realizada (Lamonte and Ainsworth, 2001; Cuppari, 2005; Levine, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005; Vanhees, 2005). O GEAF inclui a energia gasta em atividades voluntárias, assim como em atividades involuntárias como calafrios, agitação contínua, espasmos e para manutenção do controle corporal (Mahan & Escott-Stump, 2005).

2.1.2 Métodos de mensuração do gasto de energia

Qualquer que seja o processo metabólico no organismo, todos acabam resultando na produção de calor. Assim sendo, a velocidade na qual o seu corpo, através das células e tecidos,

produz calor é o que define operacionalmente o ritmo do metabolismo energético. A calorimetria, chamada assim por mensurar essa transferência de calor, pode ser medida de diversas maneiras e métodos e possui diversas abordagens, dependendo do autor que quantifica essa transferência de energia humana (Levine, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005; McArdle et al., 2011).

2.1.2.1. Água duplamente marcada

Através deste método é possível aferir o gasto energético de um indivíduo em 24 horas enquanto ele exerce suas atividades usuais (Cuppari, 2005).

A técnica da água duplamente marcada consiste no consumo de quantidade de água pela pessoa que contém uma concentração já conhecida de isótopos estáveis (H_2 , ^{18}O e 2H_2O), sendo administrado frequentemente via oral. O hidrogênio marcado sai do organismo na forma de suor, urina e no vapor da água pulmonar e o oxigênio marcado sai na forma tanto de água quanto de dióxido de carbono (CO_2) que são produzidos durante a oxidação dos macronutrientes no catabolismo energético. Antes de iniciar as análises, a saliva (ou urina) é mensurada para controle dos níveis basais do indivíduo e durante o estudo essas análises são realizadas diariamente (ou semanalmente), sendo possível calcular a taxa de produção de gás carbônico, que juntamente de informações sobre a composição da dieta é possível calcular seu gasto energético diário. Por necessitar de equipamentos de mensuração sofisticados e também devido ao alto custo desses isótopos, essa técnica não é usual, sendo uma de suas principais desvantagens. Como vantagens é um método de boa acurácia e ainda possibilita o indivíduo a realizar suas atividades diárias (Cuppari, 2005; Levine, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005; McArdle et al., 2011).

2.1.2.2 Calorimetria direta

A calorimetria direta monitora a quantidade de calor produzida por um indivíduo, situado dentro de uma estrutura grande o suficiente para permitir quantidades moderadas de atividades chamadas salas calorímetras totais (Mahan & Escott-Stump, 2005; McArdle et al., 2011) (Figura 1). Este é o método que provê maior acurácia à realização de medidas do gasto energético, pois mede de forma direta o calor gerado pelo organismo e possui diversos métodos de execução, sendo esta a sua maior vantagem. Contudo possui algumas desvantagens, por ser

um método limitado, pois seus instrumentos para a coleta de dados são extremamente caros e seus aparelhos exigem experiência de quem os manuseia e seu domínio é específico de laboratórios, inviabilizando a mensuração direta em atividades externas. Além disso não é representativo do ambiente de um indivíduo em vida normal (Cuppari, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005).

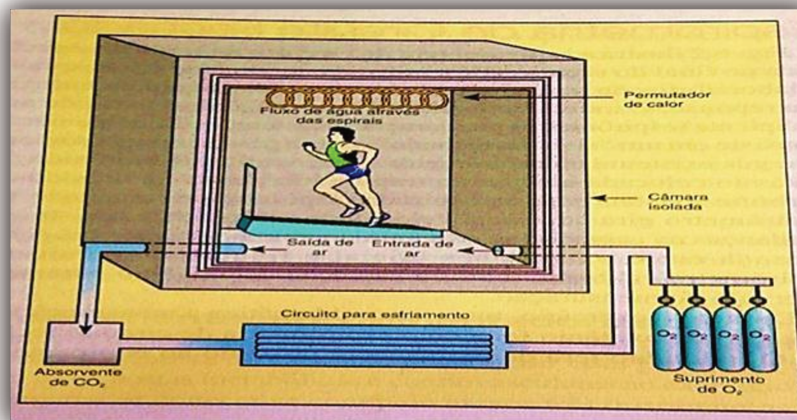


Figura 1. Mensuração direta da produção de calor pelo corpo. Fonte: Mahan & Escott-Stump (2005).

Existem três principais técnicas de mensuração da calorimetria direta: os sistemas isotérmicos, os dissipadores de calor e os por convecção ou ainda a combinação desses métodos, que constam em alguns estudos (Levine, 2005).

O calorímetro isotérmico consiste em uma câmara (interna) dentro de outra câmara (externa) confeccionada por material isolante. O material da câmara interna está em equilíbrio térmico com a temperatura de dentro da câmara e a câmara externa é mantida em temperatura constante utilizando um fluido circulante. Esse isolamento protege toda a câmara de forma que qualquer mudança na temperatura do fluido interno reflète no metabolismo energético do indivíduo (Levine, 2005; McArdle et al., 2011).

Os dissipadores de calor ou sistemas adiabáticos consistem em uma câmara na qual o calor perdido pelo indivíduo avaliado é extraído por um líquido refrigerado que faz a troca deste calor. A taxa de extração de calor é regulada de forma que as paredes da câmara interior e exterior sejam iguais e a produção de calor pelo corpo do indivíduo é mensurada (Levine, 2005; McArdle et al., 2011).

Os sistemas por convecção consistem em uma câmara de isolamento ventilada por um fluxo de ar. O calor perdido pelo indivíduo no interior da câmara é calculado através da taxa do fluxo desse ar através da capacidade de calor específico desse fluxo e do aumento da temperatura da ventilação do ar que deixa a câmara (Levine, 2005; McArdle et al., 2011).

2.1.2.3 Calorimetria indireta

O método de estimativa do gasto energético corpóreo por calorimetria indireta é assim chamado, pois a sua medição é realizada indiretamente. A taxa de O_2 e CO_2 trocada normalmente nos pulmões é igual a taxa de utilização e liberação destes nos tecidos corpóreos. Através da mensuração desses gases respiratórios e das suas trocas é possível analisar e calcular o gasto calórico (Levine, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005; Melzer et al., 2007; Wilmore et al., 2008) (Figura 2).



Figura 2. Mensuração indireta através de trocas gasosas.

Os sistemas que são realizados por circuito aberto podem ser utilizados para monitorar o gasto energético por muitas horas ou dias dependendo das configurações do aparelho e da metodologia utilizada. Neste tipo de circuito, as análises são feitas através do ar inspirado e expirado pelo indivíduo. Existem dois tipos de circuitos abertos mais utilizados: o ventilado e o de coleta de ar expirado. O sistema de circuito aberto ventilado funciona através de uma bomba de ar que coleta o ar expirado e estima o gasto energético através da análise da medida da taxa do

fluxo de ar e das concentrações dos gases. O sistema de circuito aberto de coleta do ar expirado pode ser realizado por um dispositivo portátil que funciona utilizando uma máscara ligada a uma válvula onde o ar expirado é desviado para um reservatório de armazenamento de gás que posteriormente é analisada no final de cada período (Levine, 2005; McArdle et al., 2011).

Um outro sistema de circuito aberto raramente utilizado hoje em dia é chamado de sistema de confinamento ou câmaras respiratórias. Este consiste em um local a prova de qualquer gás no qual o indivíduo é inserido e seu consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono são estimulados a partir das alterações nas concentrações desses gases dentro da câmara de ar (Levine, 2005).

Finalizando os sistemas de calorimetria indireta, inclui-se a espirometria de circuito fechado que foi desenvolvida no final do século XIX e utilizada atualmente em hospitais e laboratórios de pesquisa para estimar o dispêndio de energia em repouso. O sistema consiste na inalação de oxigênio a 100%, de um recipiente cheio previamente. O equipamento denominado espirômetro é considerado um sistema fechado pois o indivíduo inala somente o gás presente no espirômetro e o dióxido de carbono e o vapor expirado são absorvidos por instrumentos e componentes do aparelho, sendo o oxigênio re-introduzido no sistema. Há um grande problema com esse sistema na mensuração da espirometria durante a prática de exercícios, por isso a espirometria de sistema aberto continua sendo o procedimento de laboratório mais usado para mensurar o consumo de oxigênio nas diversas populações (Levine, 2005; McArdle et al., 2011).

As vantagens do método de calorimetria indireta em seus diversos sistemas incluem o fato de ser simples ao manuseio, portátil e menos dispendioso em comparação a realização da calorimetria direta e também tem sido altamente empregada em estudos recentes, clínicas e hospitais. Algumas desvantagens desse método: custo muitas vezes inviável à prática clínica, desconforto durante sua utilização, avalia um indivíduo por vez e poucos por dia dependendo do protocolo utilizado (Cuppari, 2005; McArdle et al., 2011).

A mensuração do metabolismo energético, com a utilização simultânea da calorimetria direta e indireta, proporciona evidência convincente para a validade do método indireto. Pesquisas com animais e seres humanos, na maioria dos casos, apresentaram diferença média entre os métodos inferior a $\pm 1\%$. Em outras pesquisas, o erro metodológico foi de $\pm 0,2\%$ (McArdle et al., 2011).

2.1.3 Técnica duplamente indireta de estimacão da taxa metabólica basal

Todos os métodos descritos anteriormente para mensurar o gasto energético impõem algumas desvantagens que dificultam as suas aplicações diárias, assim como os custos, limitando-se o seu uso em estudos clínicos. O uso de técnicas duplamente indiretas através de equações para a estimativa das necessidades de energia tanto basal quanto em 24 horas é importante para a prática clínica diária, pois apesar de não fornecerem valores individuais exatos da TMB, são muito utilizados para a prescrição de calorias (Cuppari, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005; Melzer et al., 2007; Song et al., 2013).

Há muitas equações recomendadas para a determinação prática da taxa de metabolismo basal, porém a equação de Harris & Benedict (1919)  a mais utilizada (Cuppari, 2005).

Em 1919, na Instituição Carnegie em Washington - DC, James Arthur Harris e Francis Gano Benedict publicaram uma monografia intitulada: “*A biometric study of basal metabolism in man*”. Neste estudo, Harris & Benedict propuseram duas equações (sendo uma para cada gênero) de predico para estimar a taxa metabólica basal que se tornaram pilares para inúmeros estudos ao longo dos anos (Frankenfield et al., 1998).

Dependendo do indivíduo e das condições de saúde em que se encontra, esta equação apresenta a vantagem de poder ajustar o valor obtido da TMB por gênero, peso corpóreo, estatura e idade, uma vez que essas variáveis são utilizadas para o uso da fórmula. No caso de indivíduos que apresentam o ndice de massa corpórea (IMC) acima de 40 Kg/m² o uso da fórmula deve ser feito com o peso desejável ou ideal, com o objetivo de obter maior aproximação da relação entre a TMB e a massa magra do indivíduo (Frankenfield et al., 1998; Cuppari, 2005).

Abaixo a equação citada:

Homens: $66,437 + (5,0033 \times \text{altura [cm]}) + (13,7516 \times \text{peso [kg]}) - (6,755 \times \text{idade [anos]})$

Mulheres: $655,0955 + (1,8496 \times \text{altura [cm]}) + (9,5634 \times \text{peso [kg]}) - (4,6756 \times \text{idade [anos]})$

A equação de Harris & Benedict é o método duplamente indireto mais utilizado para calcular a TMB na prática clínica, contudo estudos têm encontrado significativas diferenças quando comparado a calorimetria indireta em diferentes populações (Frankenfield et al., 1998; Pirat et al., 2009; Frankenfield, 2013; Song et al., 2013).

Um estudo de revisão realizado por Frankenfield et al. (1998), confirma essa superestimação em 5% e relata outros que sugeriram até 15% da TMB, todos os estudos realizados em indivíduos hígidos.

Outro estudo realizado com 96 homens saudáveis com idade entre 21- 40 anos, com IMC 18,5- 30 kg/m² e sedentários (definido como exercícios em frequência menos que 1 vez por semana e duração menor que 30 minutos), mensurou a média da TMB dos indivíduos pela calorimetria indireta e a comparou com a fórmula de predição de HB e o resultado foi uma superestimação em 6% da fórmula em relação a CI (Song et al., 2013).

Apesar dos estudos encontrados, na prática clínica usual e em pacientes hospitalizados, o método de Harris & Benedict (HB) é rotineiro, muito conhecido e amplamente utilizado para a estimativa da taxa metabólica basal devido a sua facilidade.

2.2 Lesão da medula espinhal

2.2.1 Epidemiologia da lesão da medula espinhal

As violências e os acidentes constituem duas das mais importantes causas de mortalidade na sociedade brasileira contemporânea. Genericamente denominadas causas externas, a mortalidade não é, porém, o único indicador de profundos impactos humanos, sociais e econômicos de longo prazo. A maior parte das vítimas de acidentes e violências sobrevive a esses eventos, demandando grande atenção dos serviços de saúde (SARAH, 2013).

As LME resultam em consideráveis números de hospitalizações anuais em todo o mundo e seus custos para os países são de ordem de bilhões de dólares. Por ser uma das condições de maior incapacidade do indivíduo, torna-se importante a prevenção de sua instalação e todas as suas consequências, ainda mais quando podemos constatar através da literatura a faixa etária da população acometida. No Brasil, dentre os lesados medulares, 40% tem idade inferior a 30 anos e 86% são homens, predominantemente jovens (Campana, 2010).

Estimativas recentes indicam que a incidência de lesão da medula espinhal por traumas é em média de 12 a 83 casos por milhão de habitantes em todo o mundo (Cao, 2013). No Brasil, análises realizadas de 1959 a 2011 indicam que a incidência de LME é de 10 a 29 casos por milhão de habitantes em média e 21% dos casos de mortalidade tinham até 1 ano de lesão,

sendo que 31% das lesões foram adquiridas em acidentes com transportes terrestres, 39% em quedas, 14% em esportes ou recreações e 16% em violências (Lee, 2013). (Figura 3)

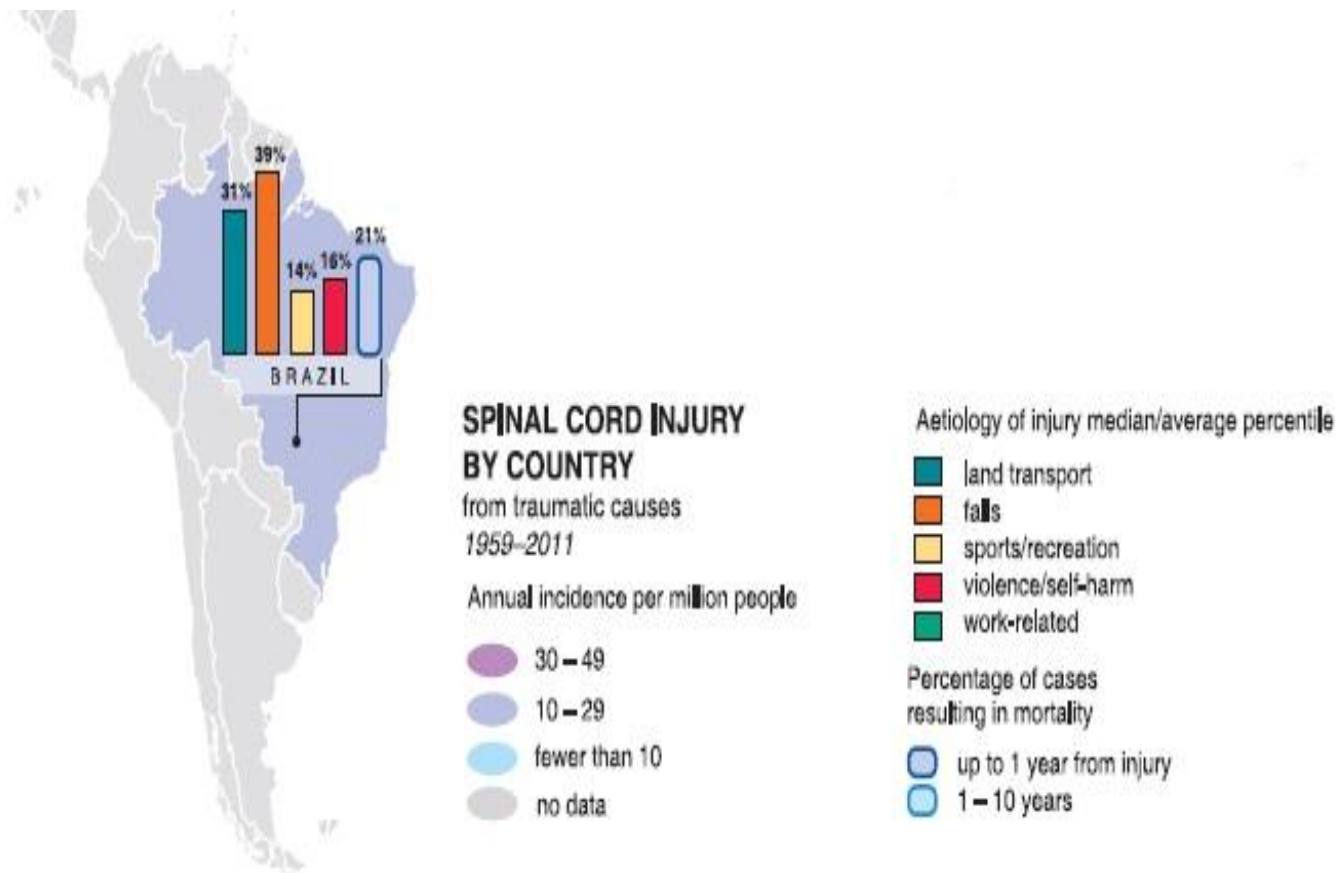


Figura 3. Lesão medular por causas traumáticas no Brasil. Fonte: Lee (2013).

2.2.2 Tipos de lesões da medula espinhal

A medula espinhal é a estrutura responsável pela ocorrência da transmissão de impulsos nervosos que partem e que chegam sistema nervoso central. Da medula espinhal partem 31 pares de nervos, divididos em anteriores e posteriores, sendo 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais e 1 coccígeo (Machado, 2006). (Figura 4)

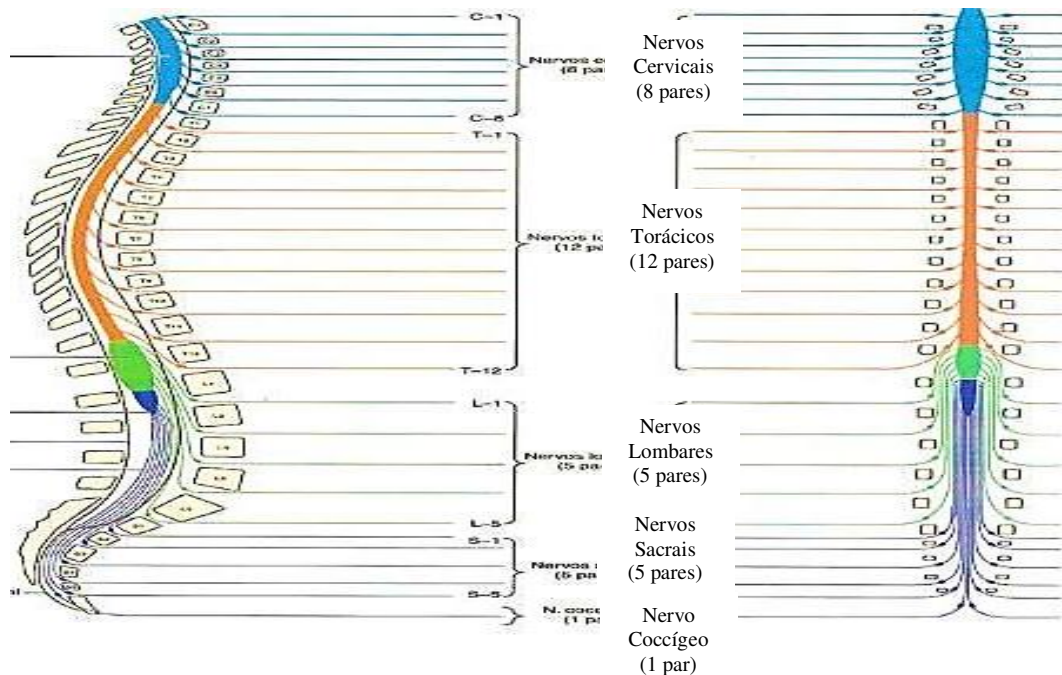


Figura 4. Os 31 pares de raízes nervosas do corpo humano. Fonte: Machado (2006).

De acordo com a *American Spinal Injury Association* (ASIA, 2013) que atualmente na literatura é importante ferramenta para classificar o indivíduo com LME, a classificação da lesão medular segue alguns padrões de definição. Em relação aos níveis neurológicos estes são classificados em dois tipos: paraplegia e tetraplegia.

Na paraplegia os indivíduos têm comprometimento de funções motoras e sensoriais em regiões torácica, lombar e sacral, preservando geralmente movimentos e sensações dos membros superiores (MMSS), e dependendo da altura da lesão, o tronco, os órgãos pélvicos e os membros inferiores (MMII) podem ficar comprometidos. A região lesionada encontra-se entre T1 e S1, podendo ser dividida em lesão alta (T1-T6) e lesão baixa (T7-S1) (ASIA, 2013).

Na tetraplegia há comprometimento de funções motoras e sensoriais na região cervical, resultando na diminuição das funções tanto dos MMSS como dos MMII e órgãos pélvicos. As lesões ocorrem entre C1-C7, podendo também ser dividida em tetraplegia alta (C1-C4) e tetraplegia baixa (C5-C8) (ASIA, 2013).

Há também outra classificação que considera a quantidade de impulsos nervosos que atravessam a região lesada: é chamada de incompleta quando algumas fibras nervosas são mantidas e, assim, uma porção dos impulsos nervosos é transmitida preservando parcialmente as funções motoras e sensoriais; e completa quando nenhum impulso nervoso consegue ser enviado

às regiões inervadas abaixo do local da lesão, devido ao total comprometimento das estruturas internas da medula espinhal (Waring et al., 2010). (Quadro 1)

Quadro 1. Classificação da ASIA quanto aos tipos de LM.

A (completa): ausência de função sensitivo-motora nos segmentos sacrais;
B (incompleta): há função sensitiva abaixo do nível de lesão, incluindo os dermatômos sacrais, porém não há função motora;
C (incompleta): há função motora abaixo do nível de lesão, incluindo os dermatômos sacrais e a maioria dos músculos-chave localizados abaixo da lesão tem grau muscular inferior a três;
D (incompleta): há função motora abaixo do nível de lesão, incluindo os dermatômos sacrais e a maioria dos músculos-chave localizados abaixo da lesão tem grau muscular superior a três;
E (incompleta): as funções sensitivas e motoras são normais.

Fonte: Flores (2012).

2.2.3 Características e complicações decorrentes da lesão da medula espinhal

A lesão da medula espinhal pode ocorrer em virtude de algum tipo de trauma, infecção, isquemia, compressão por hematoma, tumor, ou ainda doença congênita ou degenerativa e isto pode levar a um comprometimento na condução dos sinais motores e sensoriais, podendo levar a inúmeras respostas fisiológicas negativas devido as alterações variadas na sensibilidade e no controle motor voluntário e involuntário (Sedlock & Lavature, 1990; Wecht et al., 2003). Como algumas dessas consequências fisiopatológicas podemos citar a disreflexia autonômica, disfunção na termoregulação corpórea, hipotensão postural, distúrbios neurais, endócrinos e imunológicos, osteoporose, além de perda exacerbada de massa muscular (Sedlock & Lavature, 1990; Leman et al., 2000; Reitz et al., 2002; Bickel et al., 2003; Wecht et al., 2003; Jiang et al., 2006; Tanhoffer et al., 2007).

Logo após a ocorrência de uma lesão na medula espinhal, ocorre o chamado “choque medular” que é um estado transitório de perda de comunicação entre as áreas acima e abaixo do local onde ocorreu a lesão, representando um desequilíbrio funcional (e não motor) dos neurônios

internunciais e é caracterizado por: vasoplegia, alterações no controle da temperatura corporal, arreflexia vesical, intestinal e genital e perda de tônus muscular e da sensibilidade de segmentos medulares no nível ou abaixo do nível da lesão (Guttmann, 1973; Casalis, 2007).

Essas sequelas são acompanhadas de outras desordens associadas à lesão sendo que as doenças cardiovasculares representam a principal causa de mortalidade em adultos nesta população, parece ter um início precoce e de maior prevalência comparados a indivíduos sem lesão (Carlson et al., 2009; Feasel & Groah, 2009; Walters et al., 2009; Inskip et al., 2010; Eriks-Hoogland et al., 2011; Carty, et al., 2012; LaVela et al., 2012; Ryan, 2013).

Os fatores de risco cardiovasculares relatados parecem estar associados também a mudanças no comportamento do indivíduo, como a inatividade física, o tabagismo, a fatores psicossociais, alterações fisiológicas dentre outras (Krum et al., 1992; Buchholz & Bugaresti, 2005; Bertoli et al., 2006; Myers et al., 2007; Rajan et al., 2008; Nash & Gater, 2009; Carty, et al., 2012).

Segundo Campana (2010), os indivíduos que possuem algum tipo de LME tem seus níveis de frequência cardíaca (FC) e volume máximo de oxigênio (VO_2max) menores do que a população que não possui LME. E ainda quanto mais cranial for a lesão, maior o comprometimento desses níveis nos indivíduos.

As alterações respiratórias decorrentes da lesão medular são geralmente mais graves nos quadros de tetraplegia devido ao comprometimento das inervações dos músculos respiratórios, responsáveis pelo processo de inspiração e expiração (Guttmann, 1973). Ocorrem também, principalmente em indivíduos com lesão cervical (tetraplegia), alterações na regulação térmica, por estar envolvidos com vias aferentes e eferentes, a medula espinhal e o hipotálamo. Quando o corpo precisa produzir/reter calor, ocorre uma vasoconstrição periférica, tremores, calafrios e o aumento do metabolismo basal. No caso da perda de calor desses indivíduos, o organismo produz uma vasodilatação e a sudorese (Ares & Cristante, 2007).

Nas pessoas com LME o comprometimento da termo-regulação acontece devido a diminuição ou mesmo cessão dos estímulos simpáticos (responsáveis pela sudorese pela vasodilatação) e pelo prejuízo do sistema somático (responsável pelos espasmos e calafrios). Assim, o indivíduo que apresenta a lesão medular tende a alternar quadros de hipertermia em dias quentes e hipotermia em dias frios, sendo de extrema preocupação pois pode promover confusão mental, convulsões e, em casos extremos, levar a óbito (Campana, 2010).

2.3 Gasto energético basal e atividade física após lesão da medula espinhal

Como citado anteriormente, um dos fatores que representa o gasto total de energia diário é a taxa de metabolismo basal que corresponde aproximadamente 60 a 75% desse GET. Outro fator considerado muito importante é GEAF devido a sua grande variação que pode ser de 10 até 50% do GET dependendo de variáveis específicas como a composição corporal e níveis habituais de atividade física (Levine, 2005; Mahan & Escott-Stump, 2005; Vanhees et al., 2005; Lagerros & Lagiou, 2007).

A inatividade física é um fator único e independente para as doenças cardiovasculares em qualquer indivíduo, seja ele com ou sem lesão medular (Carty, 2012; Matos-Souza, 2012). Indivíduos com lesão medular, possuem níveis menores de atividade física e tem sido caracterizados como extremamente sedentários e os estilos de vida observados, em média, não promovem o estresse metabólico necessário para promoção da saúde (Reitz et al., 2002). Essa inatividade devido a paralisia dos membros afetados promove alterações na composição corporal e conseqüente diminuição no TMB e GET, sendo seu principal fator a quantidade de massa magra do indivíduo. De fato, essa diminuição vem sendo reportada por diversos autores quando comparados a indivíduos sem LME (Sedlock & Laventure, 1990; Lynch et al., 2002; Jones et al., 2003; Maggioni et al., 2003; Spungen et al., 2003; Bertoli et al., 2006; Dionyssiotis et al., 2008; Maruyama et al., 2008; Rajan et al., 2008). Como consequência, estudos mostram que indivíduos com lesão medular apresentam valores estatísticos de acúmulo de gordura corporal total significativamente maiores quando comparados a indivíduos sem lesão (Bertoli et al., 2006; Walters et al., 2009). A presença da LME associada a DCV representam a principal causa de morte em adultos (Myers et al., 2007; Nash & Gater, 2007; Feasel & Groah, 2009; Inskip et al., 2010; Eriks-Hoogland et al., 2011; Carty, 2012; LaVela et al., 2012, Ryan, 2013). Quando comparados a indivíduos fisicamente ativos de mesmo gênero e idade, lesados medulares possuem mais do que o dobro da chance de ocorrência dessas doenças. Os principais fatores de risco cardiovasculares relatados para essa população parecem ser: fatores comportamentais, como a inatividade física e o tabagismo; fatores psicossociais, como a depressão; obesidade, aumento da quantidade de gordura corporal e principalmente visceral e diminuição da massa óssea e da massa muscular; alterações metabólicas, como a hipertensão, dislipidemias, hiperinsulinemia e *diabetes mellitus*, o que pode levar ao quadro da síndrome metabólica (Sedlock & Laventure,

1990; Krum et al., 1992; Buchholz & Bugaresti, 2005; Bertoli et al., 2006; Rajan et al., 2008; Carlson et al., 2009; Walters et al., 2009; Rauch, 2013).

Independentemente da quantidade total de gordura corporal, em indivíduos com lesão medular, há o acúmulo de gordura abdominal, especificamente visceral. Sabe-se que a gordura visceral indica maior risco à saúde e está associada com as doenças crônicas não transmissíveis. Medidas de circunferência abdominal estão mais associadas aos riscos de morbidade e mortalidade atrelados à obesidade do que em relação ao índice de massa corpórea (Buchholz & Bugaresti, 2005; Rajan et al., 2008; Feasel & Groah, 2009). Logo, o aumento de gordura corporal e a distribuição de gordura corporal abdominal em lesados medulares parecem estar fortemente associados ao aumento do risco cardiovascular (Sedlock & Laventure, 1990; Desport et al., 2000; Buchholz et al., 2003; Buchholz & Pencharz, 2004; Buchholz & Bugaresti, 2005; Rajan et al., 2008; Feasel & Groah, 2009; Walter et al., 2009; Goosey-Tolfrey & Crosland, 2010).

Além disso, segundo Ryan et al. (2013), após a ocorrência da lesão medular há uma atrofia muscular intensa que se correlaciona com aumento da gordura intramuscular. A atrofia muscular e o aumento da gordura intramuscular estão associadas com inúmeras doenças inclusive as DCVs e osteoporose.

Como uma das estratégias para melhorar esse quadro está a prática de atividade física (Nash, 2007; Ross, 2007; Mojtahedi, 2008; Rajan 2008). O exercício físico regular está associado à redução acentuada de gordura visceral, mesmo com redução pequena ou até nenhuma alteração de peso corporal. Estudos reforçam ainda que mudanças na composição corporal são mais significativas do que a redução do peso corporal por si só, pois a atividade física é capaz de reduzir significativamente a gordura visceral e aumentar a quantidade de massa muscular podendo explicar o aumento de 80% na TMB (Sedlock, 1990; Sparti, 1997; Ross, 2007). Há uma relação muito estreita entre atividade física e gasto energético tanto basal quanto total e seus efeitos na obesidade e DCVs (Ginis et al., 2005).

Segundo o American College of Sports Medicine (ACSM) (2013), um programa de exercícios para indivíduos com lesão medular inclui exercícios aeróbios e treinamentos de força, não necessariamente na mesma sessão de treino. Esta combinação ajuda a manter e melhorar a função cardio-pulmonar e muscular, além da promoção da saúde, porém de forma regular e não esporádica. Além disso, o ACSM recomenda pelo menos 30 minutos de atividade física de intensidade moderada, cinco vezes por semana ou 20 minutos de atividade física intensa, três

vezes por semana e o treinamento de força que deve ser realizado no mínimo 2 vezes por semana com 8 a 12 repetições em 8 a 10 exercícios diferentes sempre priorizando os grandes grupos musculares.

Sendo assim, a inclusão da atividade física regular em indivíduos com lesão medular traz benefícios como o aumento da força muscular, melhora da condição cardio-pulmonar, e aptidão física, equilíbrio, flexibilidade e diminuição de dores periféricas. Além disso proporciona ao indivíduo maior mobilidade nos membros, para os dependentes de cadeira de rodas, maior independência no dia a dia e conseqüente aumento no gasto energético diário (Tasiemski et al., 2000; Hiremath et al., 2012; ACSM, 2013; Rauch, 2013). Estudos tem mostrado os efeitos potencialmente benéficos do esportes em casos de manutenção ou aumento de massa muscular em pacientes com lesão medular (Kerstin et al., 2006; Bickel et al., 2013; Rauch, 2013). Apesar de inúmeras barreiras é crescente o número de LM que adotam o exercício físico frequente como hábito. Isso proporciona prazer e motivação, saúde, auto-confiança, convívio social e muitos vêm no esporte uma forma de serem reconhecidos, participarem de competições ou até de se tornarem profissionais na área (Tasiemski et al., 2000; Kerstin et al., 2006).

2.4 O jogo de Rugby em cadeira de rodas

O Rugby em cadeira de rodas (RCR) foi criado em 1977 na cidade de Winnipeg, Canadá por um grupo de pessoas com tetraplegia que buscava novos esportes além do basquete em cadeira de rodas, pois nessa modalidade, eles tinham poucas possibilidades devido ao seu tipo de lesão e ao grau de comprometimento motor. A princípio esse novo esporte era chamado de Murderball, porém, devido a possuir um nome que remetia a violência, com o passar dos anos foi rebatizado, passando a ser chamado de Wheelchair Rugby ou Quadrugby (IWRF, 2013).

No Brasil o RCR chegou somente em 2005 com os Jogos Mundiais em cadeira de rodas e amputados - Tributo a Paz. (ABRC, 2013). Atualmente o rugby em cadeira de rodas é praticado em 24 países e ocorrem campeonatos mundiais e regionais onde a seleção de cada país joga com as demais seleções de sua região (Américas, Europa, Ásia e Oceania) e as Paralímpadas (IWRF, 2013). No Brasil no ano de 2013, oito times disputaram o campeonato brasileiro da modalidade, sendo quatro na primeira divisão e quatro na segunda. Cada time tem

em média oito jogadores, com um total de aproximadamente sessenta e quatro em todo o país (ABRC, 2013).

Como toda modalidade esportiva coletiva o RCR pode ser entendido como um confronto entre duas equipes, distribuídos pelo terreno de jogo e se movimentam de forma particular. Com o objetivo de vencer, alternando-se em situações de ataque e defesa têm como característica ações de jogo onde predomina a atividade metabólica aeróbia. Contudo, para ações consideradas determinantes nesse esporte, como o aumento e a manutenção da velocidade de execução dos estímulos durante o jogo, a atividade metabólica determinante é a anaeróbia, sendo considerado um esporte intermitente (Goosey-Tolfrey et al., 2006).

O RCR se assemelha muito ao Rugby tradicional, por ter quase os mesmos objetivos e ser um jogo que envolve forte contato físico e necessidade de ótimas capacidades físicas. O local de disputa é uma quadra com as mesmas medidas de uma quadra de basquetebol convencional, tendo 28 metros de comprimento por 15 de largura. O objetivo do jogo é fazer o maior número de gols, onde cada equipe tenta conduzir a bola e passar pela linha de gol adversária em posse da mesma para a realização do ponto (gol), ao mesmo tempo que deve evitar que a outra equipe roube a posse de bola e faça pontos na linha de gol que está defendendo. Este esporte é considerado um esporte dinâmico, com esforços intermitentes durante quatro tempos de 8 minutos cronometrados cada, sendo fundamental que os atletas tenham agilidade para manusear a bola, acelerar, frear e direcionar a cadeira (Flores, 2012; CPB, 2013; IWRF, 2013).

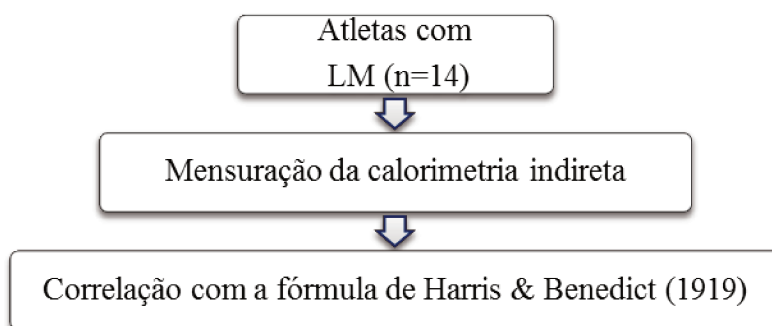
Para melhor desenvolvimento e equiparação dos participantes do RCR, foi instituído um processo de classificação dos atletas do RCR. Esta classificação é realizada por uma banca de classificadores que executam uma série de testes motores para estipular uma primeira classificação. Conforme os testes são feitos, cada grupo muscular recebe uma nota e a somatória dessas notas dá a classificação esportiva que é dividida em 7 classes (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5) (Campana, 2010; Flores, 2012).

3. METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa experimental que compara dois métodos de mensuração do gasto energético de repouso: mensuração por calorimetria indireta e predição por fórmula descrita por Harris & Benedict. O método de calorimetria indireta requer orientação e os participantes da pesquisa foram orientados sobre os procedimentos a serem realizados, as necessidades e indicações prévias ao teste, além de seus objetivos científicos e acompanhamentos futuros. A etapa seguinte consistiu na realização da anamnese e do procedimento. Já em relação ao método de Harris & Benedict, através da mesma anamnese utilizada e dos dados de peso e estatura foi possível realizar o cálculo.

O estudo foi realizado com catorze praticantes de modalidades de rugby em cadeira de rodas. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 1) e a coleta dos dados foi realizada em laboratório situado no ginásio de esportes da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas – FEF/UNICAMP. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (protocolo nº 83875 de 27/08/2012) que encontra-se no anexo 2.

3.1 Desenho metodológico



3.2 Seleção dos indivíduos

3.2.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos indivíduos com lesão de medula espinhal, tetraplégicos completos e incompletos (lesões de C5 a C7), do gênero masculino, com idades entre 25 e 36 anos.

Todos os sujeitos tinham no mínimo três anos de lesão medular e um ano de prática na modalidade de rugby em cadeira de rodas.

Foi exigida a frequência mínima na prática da modalidade de 2 vezes por semana com duração mínima de 2 horas por dia, realizando treinos técnicos e/ou táticos.

3.2.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos do teste aqueles sujeitos que possuíam lesão medular torácica (paraplegia), amputação de membros ou tetraequivalentes (paralisia cerebral e alterações encefálicas decorrentes de patologias ou traumas) , além daqueles que apresentassem hipertensão arterial, *diabetes mellitus*, dislipidemias, tabagismo atual, doenças cardiovasculares ou pulmonares, câncer, sinais de infecção/inflamação aguda ou crônica ou aqueles que não tinham seguido as orientações prévias a realização do teste.

3.3 Anamnese e avaliação antropométrica

Foram coletados os seguintes dados: data de nascimento, tempo de lesão, peso e estatura.

A pesagem foi realizada anteriormente ao teste por meio de balança digital de plataforma com rampa de acesso elaborada para a pesagem de indivíduos em cadeira de rodas, com os participantes em jejum de 12 horas e com roupas leves e posteriormente foi descontado o peso da cadeira. A mensuração da estatura foi realizada com o indivíduo deitado na maca em posição supino e feita por fita métrica articulada.

A data de nascimento e tempo de lesão foram perguntados ao indivíduo antes de iniciar a coleta através de questionário (apêndice 1).

3.4 Mensuração da calorimetria indireta por sistema de circuito aberto

Anteriormente a realização do teste, foi entregue aos participantes orientações preparatórias além da data e hora da avaliação (apêndice 2). No momento da realização do teste foi feita anamnese (apêndice 1) algumas questões como a altura da lesão, presença de infecções, medicamentos de uso diário e alimentos e bebidas ingeridos antes do jejum.

A taxa metabólica de repouso foi mensurada por método de calorimetria indireta por sistema de circuito aberto, através de um sistema aberto ventilado chamado de FitMate GS - Cosmed® (Itália) (Figura 3 e 4), sendo esta a principal função do aparelho. A coleta desses dados teve duração de 10 dias, sendo de até dois participantes por dia devido a metodologia da avaliação.



Figura 5. Imagem FitMate GS – Cosmed®



Figura 6. Imagem do visor do aparelho, FitMate GS – Cosmed®

Foi realizado um treinamento, antes de iniciar as análises, para ensinar a manusear o aparelho. Diariamente e a cada indivíduo avaliado foi realizada a calibração do aparelho de acordo com as instruções do fabricante. Os sujeitos foram previamente orientados com data, hora e local da realização do teste, além de instruções como: não ingerir nenhum alimento, não realizar qualquer atividade física e não ingerir bebidas alcóolicas ou fumar nas 12 horas antecedentes ao teste, além de utilizar roupas confortáveis. Após a aclimatação e relaxamento do indivíduo em uma maca, a máscara de sistema aberto ventilado foi colocada e ajustada (Figura 5). O consumo de oxigênio (VO_2) foi mensurado por 30 minutos com o indivíduo em posição supino e completamente relaxado com temperatura ambiente ($20-22^{\circ}C$) sem a presença de ruídos e com as luzes apagadas. Os primeiros 10 minutos do teste foram eliminados do estudo pois foram utilizados para artefatos de climatização, ajuste da máscara e conhecimento do aparelho pelo indivíduo. Os 20 minutos seguintes foram utilizados para avaliar a taxa de metabolismo de repouso do indivíduo fornecida pelo aparelho. Devido a especificidade da lesão medular, alguns espasmos involuntários ocorreram em quatro indivíduos durante o teste.



Figura 7. Atleta durante teste de calorimetria indireta por sistema de circuito aberto ventilado

Após a realização do teste foi oferecido um desjejum nutricionalmente adequado aos participantes do teste contendo sucos, pães integrais, frios magro, frutas e barra de cereais.

A cada dia de coleta finalizada as informações eram transmitidas por porta USB fornecida pelo aparelho a um computador onde foram armazenadas.

3.5 Mensuração das necessidades energéticas segundo Harris & Benedict (1919)

O cálculo foi realizado após informações necessárias para a fórmula, no qual houve a especificidade por gênero masculino, a altura calculada em centímetros, o peso atual em kilogramas e a idade em anos:

Homens: $66,437 + (5,0033 \times \text{altura [cm]}) + (13,7516 \times \text{peso [kg]}) - (6,755 \times \text{idade [anos]})$

3.6 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo programa GraphPad Prim 5[®] através da estatística descritiva das variáveis coletadas em média e desvio padrão. A assunção da normalidade foi verificada utilizando o teste de Shapiro-Wilks e pela inspeção visual das parcelas de normalidade dos dados apresentando normalidade. Foram exploradas as diferenças utilizando o teste *t-Student* de amostras emparelhadas. Foram considerados estatisticamente significantes valores de $p \leq 0,05$.

Em simultâneo, foi avaliada a validade dos métodos utilizando coeficientes de correlação de Pearson. Os limites de concordância entre a calorimetria indireta e Harris & Benedict foram avaliados através da plotagem das diferenças médias entre ambos os métodos (análise Bland-Altman) através das médias. Os limites de concordância foram definidos como a diferença da média $\pm 1,96SD$.

4. RESULTADOS

Foram analisados 14 indivíduos saudáveis, tetraplégicos, do gênero masculino, praticantes da modalidade Rubgy em cadeira de rodas e apresentando a média de idade 29,36 anos ($\pm 4,46$) e 68,21 Kg ($\pm 11,57$) de massa corporal. As médias e desvios padrão entre a calorimetria indireta por sistema de circuito aberto (CI) e a fórmula de Harris & Benedict (H&B) foram de 1689,89 kcal/dia ($\pm 198,83$) e 1670,49 kcal/dia ($\pm 286,00$) apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra

Amostra	Estatura (cm)	MC (Kg)	Idade (anos)	H&B (1919) (kcal/dia)	CI (kcal/dia)
A	179	61,4	34	1506,71	1527,15
B	185	68,2	25	1761,04	1327,10
C	185	80	36	1848,99	1648,88
D	165	71,6	33	1653,68	1394,12
E	170	51,1	27	1437,33	1377,27
F	179	85,5	30	1935,14	1841,68
G	193	78,2	25	1938,57	2067,44
H	170	45,9	26	1372,57	1376,37
I	175	72,5	27	1756,63	2195,54
J	177	65,5	36	1609,57	1772,10
K	160	58	27	1482,16	1666,58
L	186	75	24	1866,3	1530,02
M	176	62	36	1556,43	1575,19
N	187	80	25	1933,32	2087,45
Média	177,64	68,21	29,36	1689,89	1670,49
dp	$\pm 9,21$	$\pm 11,57$	$\pm 4,65$	$\pm 198,83$	$\pm 286,00$

Legenda: MC=Massa corporal, dp=Desvio padrão, CI=Calorimetria indireta, H&B (1919)=Harris & Benedict.

Os resultados da tabela 2 mostram correlação significativa moderada, estatisticamente, entre Harris & Benedict e Calorimetria Indireta (0,58). Há correlações também entre H&B e Massa Corporal (0,95), H&B e Estatura (0,75), Massa corporal e Estatura (0,62) e Calorimetria Indireta e Massa corporal (0,57). As demais variáveis não apresentam significância estatística. Os coeficientes de correlação negativos constituem uma hipótese de haver uma relação negativa da variável idade, porém não foi estatisticamente significante.

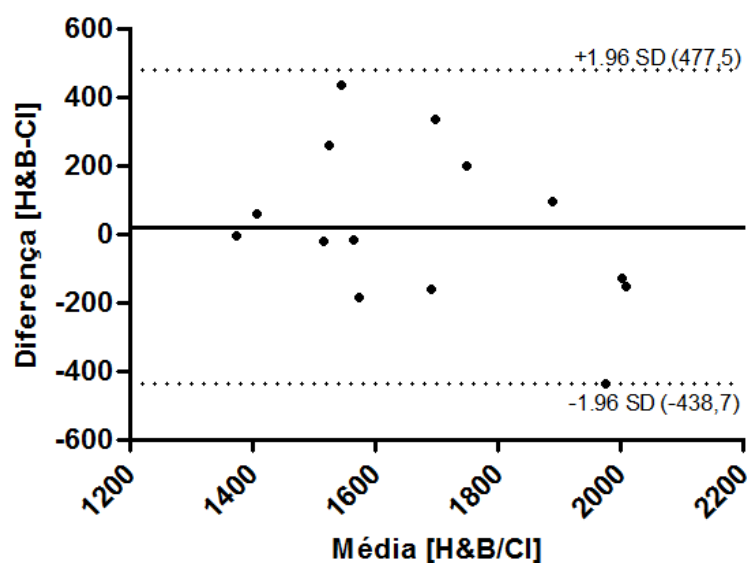
Tabela 2. Coeficientes de correlações entre as variáveis do estudo

	Estatura (cm)	MC (Kg)	IDADE (anos)	H&B(1919) (kcal/dia)	CI (kcal/dia)
Estatura (cm)	-	-	-	-	-
MC (Kg)	0,62*	-	-	-	-
IDADE (anos)	-0,17	0,01	-	-	-
H&B (1919) (kcal/dia)	0,75*	0,95*	-0,21	-	-
CI (kcal/dia)	0,37	0,57*	-0,14	0,58*	-

Legenda: MC=Massa corporal, CI=Calorimetria indireta, H&B (1919)=Harris & Benedict. *p≤0,05

O diagrama de dispersão proposto por Bland-Altman (gráfico 1) permite visualizar as diferenças médias e os limites de concordância com $\pm 1,96$ desvios padrão da diferença entre os métodos Harris & Benedict e Calorimetria Indireta utilizados no presente estudo. Esta análise indica concordância entre os métodos devido aos valores estarem em sua maioria concentrados próximos a média e não apresentarem valores fora dos desvios padrão, entretanto, os pontos apresentam-se dispersos no gráfico, o que demonstra grande variabilidade entre os sujeitos do estudo.

Gráfico 1. Comparação entre os métodos H&B e CI através de Bland-Altman.

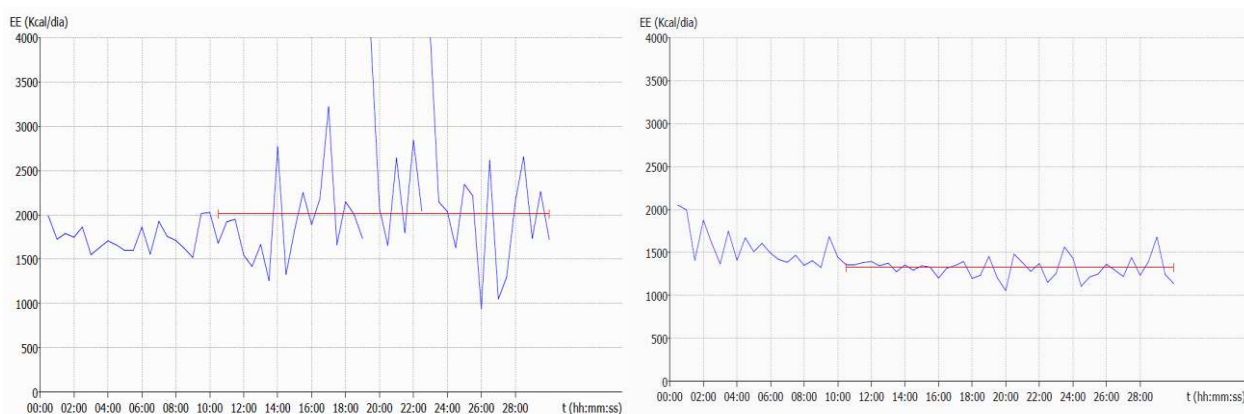


Legenda: CI=Calorimetria indireta, H&B=Harris & Benedict, SD= desvio padrão

Apesar dos métodos de mensuração da taxa metabólica basal apresentarem concordância, o intervalo de confiança entre eles apresentou-se extenso com variação de +154,3 kcal/dia até -115,5 kcal/dia.

É de grande relevância ressaltar a presença de espasmos involuntários em quatro sujeitos do estudo durante a realização do teste. Nos gráficos 2 (a e b) é possível visualizar dois diferentes indivíduos de mesma idade (25 anos) apresentando diferentes comportamentos durante a realização do teste de sistema de circuito aberto ventilado. O gráfico 2a representa o comportamento de um dos sujeitos do estudo que apresentou grande número de espasmos durante muitos momentos do teste, apresentando o valor médio da TMB de 2066,44 kcal/dia. Já no gráfico 2b o sujeito não apresentou espasmos durante toda a realização do teste, apresentando o valor médio da TMB de 1327,10 kcal/dia.

Gráfico 2. Visualização de dois testes de diferentes indivíduos utilizando o método da calorimetria indireta.

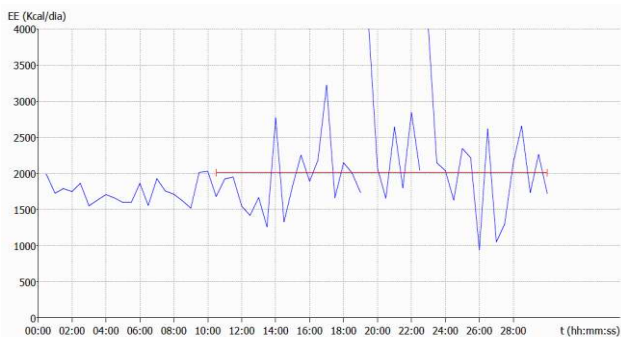


a) Análise da CI com presença de espasmos

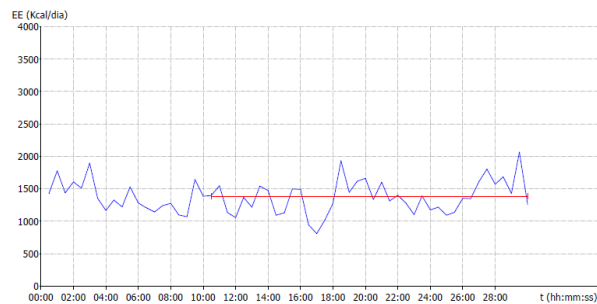
b) Análise da CI sem a presença de espasmos

A presença destes espasmos involuntários foram encontradas em 28,5% dos sujeitos do estudo (G, H, I e J) durante a realização do teste de calorimetria indireta pelo sistema de circuito aberto ventilado. O gráfico 3 apresenta o comportamento dos espasmos durante esses testes.

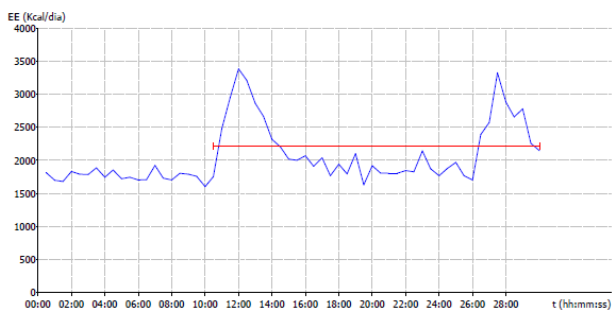
Gráfico 3. Testes realizados por sujeitos que apresentaram espasmos durante a realização do teste de calorimetria indireta.



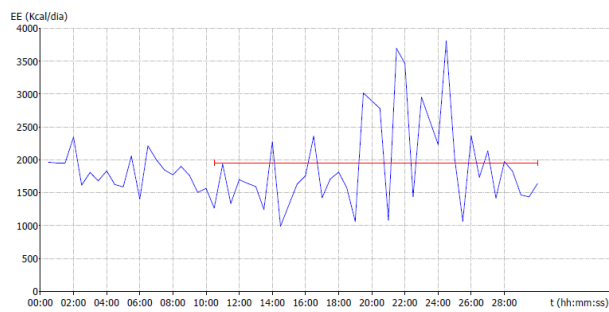
a) Sujeito G



b) Sujeito H



c) Sujeito I



d) Sujeito J

5. DISCUSSÃO

O número publicações relacionadas ao gasto energético basal e indivíduos com lesão na medula espinhal é pequeno, e não encontramos na literatura pesquisada o mesmo modelo de trabalho realizado por nós. Assim a discussão tem um caráter mais genérico em alguns momentos, visto que os poucos trabalhos encontrados apresentam sujeitos com diferentes níveis de lesão na medula espinhal, diferentes práticas de atividades físicas, quando citadas, e nenhum deles foi encontrado comparação com a fórmula de predição de Harris & Benedict. Dos estudos encontrados, os que utilizaram e compararam os dois métodos de mensuração da TMB, também comparados neste trabalho, possuíam sujeitos diferentes da nossa amostra.

É importante ressaltar nesta discussão que apesar do número de sujeitos do nosso estudo (14) parecer baixo, comparados aos encontrados em sujeitos com lesão da medula espinhal, é um número considerável. O estudo de Sedlock & Lavature (1990), por exemplo, avaliaram quatro sujeitos e Yilmaz et al. (2007) avaliaram vinte sujeitos, porém somente onze possuíam tetraplegia.

Sedlock & Lavature (1990), Buchholz et al. (2003)(a), Bauman et al. (2004), Buchholz & Pencharz (2004), Yilmaz et al. (2007), Mojtahedi et al. (2008) e Tanhoffer (2011), utilizaram em seus estudos a taxa metabólica basal mensurada pelo método de calorimetria indireta em indivíduos com lesão da medula espinhal, e suas metodologias quanto o uso deste método foram similares ao nosso estudo, porém estes não eram praticantes de atividade física além de utilizarem o resultado da taxa metabólica basal a fim de comparar a relação da TMB e relacionar com outros aspectos diferentemente do nosso estudo, como por exemplo: a composição corporal (Sedlock & Lavature, 1990), a massa magra (Bauman et al., 2004) e a disfunção do sistema nervoso autônomo (Yilmaz et al., 2007), dentre outros.

Melzer et al. (2007) e Song et al. (2013), compararam o método da mensuração da calorimetria indireta com a fórmula de Harris & Benedict (1919) em diferentes populações, e em nenhuma os sujeitos apresentavam lesão da medula espinhal. Os resultados encontrados por esses autores apresentaram divergências. Song et al. (2013), concluíram que houve a superestimação da fórmula de predição de Harris & Benedict. Já Melzer et al. (2007) mostraram a acurácia da mesma. Sendo assim, os resultados dessa pesquisa não foram encontrados em nenhum outro estudo anterior, provavelmente devido as especificidades dos nossos sujeitos.

A mensuração da taxa metabólica basal através do método da calorimetria indireta por sistema aberto no presente estudo obteve uma média de 1670,49 \pm 286,0 kcal/dia. Sedlock & Laventure (1990), investigaram a relação entre a taxa metabólica basal e a massa magra e utilizaram o mesmo método para avaliar quatro indivíduos saudáveis, porém não relataram a frequência da atividade física, gênero masculino, com idade de 27,7 \pm 2,3 anos, paraplégicos com lesão medular espinhal de T4 a L1 e tempo de lesão de 7,4 \pm 3,3 anos, encontraram uma média da taxa metabólica basal de 1530 \pm 165,0 kcal/dia e uma correlação significativa entre a TMB e a massa magra. Outro estudo, realizado por Yilmaz et al. (2007), analisaram vinte indivíduos (11 paraplégicos e 9 tetraplégicos), gênero masculino, porém não especificou a saúde e o nível de atividade física e os dividiu em dois grupos, sendo o grupo I com lesão medular espinhal de T6 a C1 e o grupo II de T7 a S1, a média de idade era de 33,0 \pm 10,8 anos e através da calorimetria indireta encontraram valores médios para o grupo I de 1407,2 \pm 586,2 kcal/dia e para o grupo II de 1503,7 \pm 204,3 kcal/dia. Esses resultados são semelhantes aos nossos achados.

Utilizando a comparação dos diferentes métodos entre a calorimetria indireta e a fórmula de Harris & Benedict, obtivemos neste estudo uma correlação significativa de 0,58. O estudo de Melzer et al. (2007), compararam o método da calorimetria indireta com a fórmula de Harris & Benedict e quatro outras fórmulas de predição em 119 indivíduos adultos, saudáveis (64 homens e 55 mulheres), sem mencionar a presença de atividade física e sem lesão da medula espinhal, com idade entre 70 a 98 anos e obtiveram resultados significativamente diferentes entre os dois métodos, com variação média de 40kcal/dia para os dois gêneros. Outro estudo analisaram 96 indivíduos chineses, saudáveis, gênero masculino, com idade entre 21 a 40 anos, sedentários e também sem lesão da medula espinhal e obtiveram, uma correlação significativa entre os métodos de calorimetria indireta e fórmula de Harris & Benedict de 0,71 (Song et al., 2013). A diferença entre os resultados destes estudos, inclusive do nosso, possui relação direta com a população estudada, indicando a necessidade de análises específicas para cada população.

O estudo realizado por Melzer et al. (2007), encontraram diferença significativa entre os métodos de calorimetria indireta e a fórmula de Harris & Benedict, pela mensuração da TMB e esse intervalo de confiança foi de + 245,6 kcal/dia até - 327,4 kcal/dia. No nosso estudo, houve concordância significativa entre os métodos, e o intervalo de confiança entre eles foi de +154,3 kcal/dia até -115,5 kcal/dia), sendo essa variação relativamente pequena em calorias se for analisada diariamente, porém ao considerarmos a variação em semanas (1080 kcal/sem até -805

kcal/sem), meses (+4629 kcal/mês até -3465 kcal/mês) e anos (+56.319kcal/ano até -42.157 kcal/ano), isso poderá trazer ao indivíduo erros nutricionais graves.

A presença de espasmos involuntários levam a um gasto de energia desnecessário durante a contração muscular, estas alterações podem estar relacionadas às necessidades de energia basal do indivíduo e devem ser levadas em consideração para a realização dos cálculos das necessidades de energia (Yilmaz et al., 2007).

No nosso estudo foi encontrado espasmos durante o teste de calorimetria indireta em quatro (28,5%) indivíduos e as diferenças entre as médias da taxa metabólica basal foi de 739,34 kcal/dia. Apesar de não encontrarmos estudos que relatem a presença de espasmos em indivíduos com lesão da medula espinhal durante a realização do teste de calorimetria indireta por sistema de circuito aberto ventilado, sabe-se que os espasmos ocorrem e são involuntários. Todos os participantes da pesquisa relatam a ocorrência diária dos espasmos, inclusive durante o sono portanto isto pode ser limitação na utilização deste método.

A presença constante de espasmos nos sujeitos do estudo levam ao aumento importante da taxa metabólica basal, e essa informação sugere a limitação da utilização da fórmula de Harris & Benedict para esta população, pois a fórmula não prevê as alterações metabólicas específicas de indivíduos com lesão da medula espinhal. Não encontramos em nossa busca bibliográfica trabalhos que abordassem esse aspecto específico nessa população. Assim, em comparação à fórmula citada, o método da calorimetria indireta por sistema aberto ventilado possibilita a avaliação desse componente específico (espasmos musculares), pelo menos durante o tempo de duração do teste, para analisar a taxa metabólica basal nesses indivíduos.

6. CONCLUSÃO

Este estudo comparou a mensuração da taxa metabólica basal entre um método indireto (calorimetria indireta por sistema aberto) e um método duplamente indireto (fórmula de predição de Harris & Benedict) em indivíduos do gênero masculino, atletas e tetraplégicos. As especificidades desses sujeitos possibilitaram comparações e discussões que certamente trazem à tona a limitação de um método de avaliação de gasto energético, de simples aplicação (fórmula de Harris & Benedict), amplamente utilizado pelos serviços de nutrição, para esta e outras populações. Outras investigações nesta área são necessárias para o aprofundamento de aspectos inerentes a atletas com lesão de medula espinhal.

Este estudo concluiu que comparando os dois métodos de avaliação da taxa metabólica basal, o método de calorimetria indireta por sistema aberto ventilado é um método preciso, validado e sendo o mais indicado para essa população quando comparado ao método duplamente indireto, a fórmula de predição de Harris & Benedict (1919).

Apesar de apresentar maior complexidade para a avaliação do gasto energético, a calorimetria indireta ainda é um método viável e de baixo custo, se comparada ao método de água duplamente marcada, que por necessitar de equipamentos de mensuração sofisticados e substâncias de alto custo (isótopos estáveis) torna essa técnica não usual.

Tendo em vista as especificidades dos sujeitos do estudo como a presença da lesão da medula espinhal e a prática frequente de atividade física, é interessante que outros estudos possam analisar melhor esses aspectos para o desenvolvimento de equações de predição precisas, que incluam, entre outros indicadores, a presença dos espasmos, marcadores específicos de composição corporal e análises antropométricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRC - Associação Brasileira de Rugby em Cadeira de Rodas, 2013. <<http://rugbiabrc.org.br>> Acesso em 25/set/2013.
- ACSM – American College of Sports Medicine, 2013. <<http://www.acsm.org/access-public-information/brochures-fact-sheets/brochures>> Acesso em 12/nov/2013.
- ASIA - American Spinal Injury Association, 2013. < <http://www.asia-spinalinjury.org/index.php>> Acesso em 19/set/2013.
- ARES, M. J. J.; CRISTANTE, A. R. L. Reabilitação da medula espinhal: Tratamento *in GREVE*, J. M. D. Tratado de Medicina e Reabilitação. São Paulo: Editora Roca, 2007.
- BAUMAN, W. A. et al. The relationship between energy expenditure and lean tissue in monozygotic twins discordant for spinal cord injury. *J Rehab Research & Development*, v.24, n.1, p.1-8. 2004.
- BERTOLI, S. et al. Nutritional status and dietary patterns in disabled people. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, v.16, n.2, p.100-112. 2006.
- BICKEL, C. S. et al. Acute molecular responses of skeletal muscle to resistance exercise in able-bodied and spinal cord injured subjects. *Journal of applied physiology*, v.94, n.6, p.2255-2262. 2003.
- BUCHHOLZ, A. C.; MC GILLIVRAY, C. F.; PENCHARZ, P. B. Physical activity levels are low en free-living adults with chronic paraplegia. *Abes Res*, v.11, n.4, p.563-570. 2003.
- BUCHHOLZ, A. C.; MCGILLIVRAY, C. F.; PENCHARZ, P. B. Differences in resting metabolic rate between paraplegic and able-bodied subjects are explained by differences in body composition. *Am J Clin Nutr*, v.77, p.371-378. 2003(a).
- BUCHHOLZ, A. C.; PENCHARZ, P. B. Energy expenditure in chronic spinal cord injury. *Current Opinion in clinical nutrition and metabolic care*, v.7, n.6, p.635-639. 2004.
- BUCHHOLZ, A. C.; BUGARESTI, J. M. A review of body mass index and waist circumference as markers of obesity and coronary heart disease risk in persons with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*, v. 43, n. 9, p. 513-518. 2005.

CAMPANA, M. B. O rugbi em cadeira de rodas: aspectos técnicos e táticos e diretrizes para seu desenvolvimento. 2010. 159f. Dissertação (Mestrado em educação física) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CAO, Y.; SELASSIE, A. W.; KRAUSE, J. S. Risk of Death After Hospital Discharge With Traumatic Spinal Cord Injury: A Population-Based Analysis, 1998-2009. *Arch of Phys Medicine and Rehabilitation*, v.94, p. 1054-1061. 2013.

CASALIS, M. E. P. Reabilitação da medula espinhal: Quadro clínico – Exame Neurofisiátrico *in* GREVE, J. M. D. Tratado de Medicina e Reabilitação. São Paulo: Editora Roca, 2007.

CARLSON, K. F. et al. Effect of exercise on disorders of carbohydrate and lipid metabolism in adults with traumatic spinal cord injury: systematic review of the evidence. *J. Spinal Cord. Med.*, v. 32, n. 4, p. 361-378. Aug. 2009.

CARTY, A. et al. Increased aerobic fitness after neuromuscular electrical stimulation training in adults with spinal cord injury. *Am Cong of Rehab Med.*, v. 93, issue 5, p. 790-795. 2012.

CPB – Comitê Paralímpico Brasileiro, 2013 <www.cpb.org.br> Acesso em 12/nov/2013.

CUPPARI, L. Nutrição clínica no adulto. 2ed. Rev e ampl. Barueri, SP: Manole, 2005.

DESPOIT, J. C. et al. Total body water and percentage fat mass measurements using bioelectrical impedance analysis and anthropometry in spinal cord injured patients. *Clinical nutrition*, v.19, n.3, p.185-190. 2000.

DIONYSSIOTIS, Y. et al. Body composition in paraplegic men. *J. Clinical Densitometry Assessment of skeletal health*, v.11, n.3, p. 437-443. 2008.

ERIKS-HOOGLAND, I. et al. Clinical assessment of obesity in persons with spinal cord injury: validity of waist circumference, body mass index, and anthropometric index. *The J. Spinal Cord Medicine*, v. 34, n. 4, p. 416-422. 2011.

FEASEL, S.; GROAH, S. L. The impact of diet on cardiovascular disease risk in individuals with spinal cord injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*, v.14, n.3, p. 58-68. 2009.

FLORES, L. J. F. Avaliações autonômicas e cardiovasculares em pessoas com lesão da medula espinhal nas situações de repouso, em um teste de estresse mental e durante exercício físico. 2012. 145f. Dissertação (Doutorado em educação física) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

FRANKENFIELD, D. C.; MUTH, E. R.; ROWE, W. A. The Harris-Benedict studies of human basal metabolism: History and limitations. *J Am Diet Association*, v.98, p.439-445. 1998.

FRANKENFIELD, D. C. Bias and accuracy of resting metabolic rate equations in non-obese and obese adults. *Clinical Nutrition*, In Press, Corrected Proof, Available online 11/April. 2013.

GINIS, K. A. et al. Development and evaluation of an activity measure for people with spinal cord injury. *Medicine and science in sports and exercise*, v.37, n.7, p.1099-1111. 2005.

GOOSEY-TOLFREY, V. L.; CASTLE, P.; WEBBORN, N. Aerobic capacity and peak power output of elite quadriplegic games players. *Br J Sports Med*, v.40, p.684-687, 2006.

GOOSEY-TOLFREY, V. L.; CROSLAND, J. Nutritional practices of competitive british wheelchair games players. *Adapted physical activity quarterly*, v.27, n.1, p.47-59. 2010.

GUTTMANN, L. *Spinal cord injuries: Comprehensive management and research*. Blackwell Scientific Publications, Melbourne, AU, 1973.

HARRIS, J. A.; BENEDICT, F.G. Biometric study of the basal metabolism in man. n.279, Carnegie Institution of Washington, Washington, DC, 1919.

HARRIS, J. A.; BENEDICT, F.G. Biometric study of the basal metabolism in man *in* HASSON, R. E. et al. Accuracy of four resting metabolic rate prediction equations: Effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. *J. of science and medicine in sport*, v.14, p.344-351. 2011.

HASSON, R. E. et al. Accuracy of four resting metabolic rate prediction equations: Effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. *J. of science and medicine in sport*, v.14, p.344-351. 2011.

HIREMATH, S. V. et al. Predicting energy expenditure of manual wheelchair users with spinal cord injury using a multisensory-based activity monitor. *Arch phys med Rehabil*, v.93, nov. p. 1937-1943. 2012.

INSKIP, J. et al. Cardiometabolic risk factors. *J Neurotrauma*, v.27, n. January, p. 275-285. 2010.

JIANG, S. D. et al. Mechanisms of osteoporosis in spinal cord injury. *Clinical Endocrinology*, v.65, n.5, p.555-565. 2006.

IWRF – International Wheelchair Rugby Federation. <www.iwrf.com> Acessado em 12/nov/2013.

JONES, L. M.; LEGGE, M.; GOULDING, A. Healthy body mass index values often underestimate body fat in men with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, v.84, n.7, p. 1068-1071. 2003.

KERSTIN, W.; GABRIELE, B.; RICHARD, L. What promotes physical activity after spinal cord injury? An interview study from a patient perspective. *Dis and Rehabil*, v.28, n.8, p.481-488. 2006.

KRUM, H. et al. Risk factors for cardiovascular disease in chronic spinal cord injury. *Paraplegia*, v.30, n. 6, p. 381-388. 1992.

LAGERROUS, Y. T.; LAGIOU, P. Assessment of physical activity and energy expenditure in epidemiological research of chronic diseases. *European Journal of Epidemiology*, v.22, n.6, p.353-362. 2007.

LAMONTE, M; AINSWORTH, B. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Medicine and Science in sports and exercise*, v.33, issue 6, suppl. p.S370-378, discussion n S419-420. 2001.

LAVELA, S. L. et al. Males aging with spinal cord injury: prevalence of cardiovascular and metabolic conditions. *Arch Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 93, n. 1, p. 90-95. 2012.

LEE, B. B. et al. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. *Spinal Cord*, p 1-7. 2013.

LEMAN, S. F. et al. Autonomic dysreflexia increases plasma adrenaline level in the chronic spinal cord-injured rat. *Neuroscience letters*, v.3, n.286, p. 159-162. 2000.

LEVINE, J. Measurement of energy expenditure. *J. Public health nutrition*, v. 8, issue 7A, p.1123-1132. 2005.

LYNCH, A. C. et al. Nutritional and immune status following spinal cord injury: a case controlled study. *Spinal Cord*, v.40, n.12, p. 627-630. 2002.

MACHADO, A. B. M. *Neuroanatomia funcional*. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2006.

MAGGIONI, M. et al. Body composition assessment in spinal cord injury subjects. *Acta Diabetologica*, v. 40(suppl1), n.suppl1, p.183-186. 2003.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. *Alimentos, nutrição e dietoterapia*. 11 ed. São Paulo: Roca, 2005.

MARUYAMA, Y. et al. Serum leptin, abdominal obesity and the metabolic syndrome in individuals with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*, v.46, n.7, p.494-499. 2008.

MATOS – SOUZA, J. R. et al. Physical activity is associated with improved subclinical atherosclerosis in spinal cord injury subjects independent of variation in traditional risk factors. *International Journal of Cardiology*, v. 167, Issue 2, p. 592-593. 2012.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F.I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 7ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.a., 2011.

MELZER, K. et al. Comparison of equations for estimating resting metabolic rate in healthy subjects over 70 years of age. *Clinical Nutrition*, v. 26, n. may, p. 498-505. 2007.

MOJTAHEDI, M. C. et al. The association between regional body composition and metabolic outcomes in athletes with spinal cord injury. *Spinal cord*, v.46, n.3, p.192-197. 2008.

MYERS, J.; LEE, M.; KIRATLI, J. Cardiovascular disease in spinal cord injury: an overview of prevalence, risk, evaluation, and management. *Am J Phys Med Rehabil*, v.86, n.2, p.142-152. 2007.

NASH, M. S.; GATER, D. R. Exercise to reduce obesity in SCI. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*, v.12, n.4, p.76-93. 2007.

PIRAT, A. et al. Comparison of measured versus predicted energy requirements in critically ill cancer patients. *Respir Care*. v.54, p.487-494. 2009.

RAJAN, S. et al. Clinical assessment and management of obesity in individuals with spinal cord injury: a review. *The J. Spinal Cord Medicine*, v.31, n.4, p. 361-372. 2008.

RAUCH, A. et al. Participation in physical activity in persons with spinal cord injury: A comprehensive perspective and insights into gender differences. *Disability and Health Journal*, v. 6, p. 165-176. 2013.

REITZ, A. et al. Sympathetic sudomotor skin activity in human after complete spinal cord injury. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*, v.1-2, n.102, p.78-84. 2002.

ROSS, R.; JANISZEWSKI, P. M. Is weight loss the optimal target for obesity-related cardiovascular disease risk reduction?. *Can J cardiol*, v.24, set/ supplD, p.25D-31-D. 2007.

RYAN, T. E. Electrically Induced Resistance Training in Individuals with motor complete spinal cord injury. *Arch of Physical Medicine and Reahb*, v. 94, p. 2166-2173. 2013.

SARAH – Rede SARAH de Hospitais e Reabilitação, 2013 <<http://www.sarah.br>> Acesso em 08/ nov/2013.

SEDLOCK, D. A.; LAVENTURE, S. J. Body composition and resting energy expenditure in long term spinal cord injury. *Paraplegia*, v.28, p. 448-454. 1990.

SONG, T. et al. Validation of prediction equations for resting energy expenditure in Singaporean Chinese men. *Obesity Research & Clinical practice*, In Press, Corrected Proof, Available on line 29/jun. 2013.

SPUNGEN, A. M. et al. Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study. *J Appl Physiol*, v.95, n.6, p. 2398-2407. 2003.

SPARTI, A. et al. Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat free mass. *Metabolism clinical and experimental*, v.46, n.10, p. 1225-1230. 1997.

TASIEMSKI, T. et al. Sports, recreation and employment following spinal cord injury – a pilot study. *Spinal cord*, v.38, p. 173-184. 2000.

TANHOFFER, R. A. et al. Glutamine concentration and immune response of spinal cord-injured rats. *J. Spinal Cord Med*, v.30, n.2, p.140-146. 2007.

TANHOFFER, R. A. Physical activity, exercise and energy expenditure after spinal cord injury. 2011. 277f. Dissertação (Doctor of philosophy) – The University of Sydney, Austrália, 2011.

TAPPY, L. et al. Energy expenditure, physical activity and body-weight control. *Proceedings of the nutrition society*, v.62, n.3, p.663-666. 2003.

VANHEES, L. et al. How to assess physical activity? How to assess physical fitness?. *European J. of cardiovascular prevention and rehabilitation*, v. 12, issue2, p102-104. 2005.

WALTERS, J.L.; BUCHHOLZ, A. C.; MARTIN GINIS, K. A. Evidence of dietary inadequacy in adults with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*, v. 47, n.4, p.318-322. 2009.

WARING, W. P. et al. Review and revisions of the international standards for the neurological classification of spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*, v.33, n.4, p.346-352. 2010.

WECHT, J. M. et al. Cardiac autonomic responses to progressive head-up tilt in individuals with paraplegia. *Clinical Autonomic Research*, v.13, n.6, p.433-438. 2003

WILMORE, J. H.; COSTIL, D.L.; KENNEDY, W. L. *Physiology of sport and exercise*. 4. ed. USA: Human Kinetics, 2008.

YILMAZ, B. et al. Basal metabolic rate and autonomic nervous system dysfunction in men with spinal cord injury. *Obesity*, v.15, n.11, p.2683-2687. 2007.

Anamnese (Coleta de taxa metabólica basal) – 2013

Nome:

DN: / /

ALTURA LESÃO:

TEMPO DE LESÃO:

INFECÇÃO PRESENTE? (S/N) E LOCAL:

MEDICAÇÃO:

12H EM JEJUM? (S/N):

ULTIMOS ALIMENTOS E BEBIDAS ANTES DO JEJUM:

PESO: Kg

ALTURA: m

Aos atletas: Avaliação de Gasto energético em repouso

DATA: / / (dia da semana)

Ás: : hs

OBS:

- Não ingerir nenhum alimento 12 horas antes do horário do teste;
- É permitido somente água nas 12 horas antes do horário do teste;
- Não realizar qualquer atividade física 12 horas antes do horário do teste;
- Não fumar ou beber bebida alcóolica 12 horas antes do horário do teste;
- Utilizar roupas confortáveis durante o teste.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPANTE DA PESQUISA

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Educação Física
Departamento de Estudos da Atividade Física Adaptada

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA EM USUÁRIOS DE CADEIRA DE RODAS: ESTUDO MULTIDISCIPLINAR

Objetivo da pesquisa: este estudo científico pretende avaliar corpo, mente e a qualidade de vida dos usuários de cadeira de roda. Com esta avaliação saberemos como o exercício físico pode influenciar essas pessoas e criaremos valores de referência para outros usuários poderem se comparar. Assim, acreditamos que esses valores ajudarão a indicar o quanto essas pessoas precisam ser ativas fisicamente para serem saudáveis. O projeto irá ainda criar novos métodos de análise da aptidão física que não existem para usuários de cadeira de rodas. E por último, pretendemos demonstrar como o treinamento organizado em diferentes modalidades esportivas em cadeira de roda pode interferir no corpo, na mente e na qualidade de vida dessas pessoas.

Procedimentos do estudo: Caso você aceite participar da pesquisa serão avaliados as suas medidas através de equipamentos apropriados e por profissionais especializados em todos os procedimentos. Os equipamentos e os métodos que serão adotados não são equipamentos perigosos a sua saúde. No dia das avaliações, no período da manhã você deverá chegar em jejum para a realização do teste de calorimetria indireta e também para a coleta de sangue para fazer um hemograma completo. Oferecemos um desjejum e você será deslocado com nossa van adaptada para o hospital das clínicas. Lá no HC você irá primeiro passar por um exame clínico e responderá um questionário para verificarmos seu nível de atividade física. Tomaremos suas medidas corporais com fitas, compassos e balança, além de você passar por um scanner do corpo todo para quantificar a gordura, massa magra e massa óssea. Além deste scanner, você será avaliado também pela Ressonância Magnética e por Ultrassom para que possamos saber a quantidade de gordura que você tem acumulada no fígado e no abdome. O exame de ressonância magnética também será feito do cérebro e e você passará por uma avaliação cardiológica completa. Oferecemos um almoço e após devida digestão, você irá passar por testes físicos para medir sua força, resistência, potência muscular, além da capacidade aeróbia. Em todos os testes utilizaremos aparelhos adaptados para usuários de cadeira de rodas para garantir a devida estimativa dos valores. Por último, você será entrevistado por um pesquisador participante do projeto que irá fazer uma avaliação dos parâmetros nutricionais, psicológicos, cognitivos e sociais por meio de questionários e instrumentos padronizados para isto. Ao responder os questionários e para todos as avaliações realizadas sua identidade será mantida em sigilo.

Caso você seja atleta de uma das modalidades analisadas, será avaliado ainda por meio de testes de desempenho motor para determinar o perfil de aptidão física específico relacionado ao desempenho atlético. Após o programa de treinamento realizado, os atletas serão reavaliados em todos os parâmetros avaliados na primeira avaliação para verificar os efeitos da atividade física organizada. Esse grupo irá também realizar a avaliação do pulmão, na qual você deverá realizar uma expiração (assoprar) no espirometro. Todos esses testes representam esforços aos quais você está acostumado em sua rotina de treinamento, ou seja, não são esforços com os quais você não esteja familiarizado (Por exemplo, ergometria de membros superiores, testes de esforço e habilidades motoras em cadeira de rodas).

Todos os participantes desse projeto receberão um relatório completo de todas as medidas realizadas durante as avaliações.

Desconforto e riscos de participação: Ao participar desta pesquisa, você não correrá nenhum risco quanto a sua integridade física ou moral. O desconforto pode acontecer devido ao tempo para a realização das atividades e também no deslocamento da cadeira para os equipamentos como por exemplo a maca onde será feito a calorimetria indireta.

Benefícios da Pesquisa: Você não terá nenhum benefício com sua participação, mas estará ajudando a criação de padrões que serão usados para determinar e avaliar a aptidão física de pessoas com deficiência física. Você tem direito a um relatório com seus resultados individuais e caso queira irá receber orientação de um profissional de educação física participante do projeto sobre a conduta a adotar frente aos seus resultados. Caso seja atleta participante de equipe, os seus resultados serão passados aos seus treinadores caso você autorizar para que possam ser utilizados no planejamento do treinamento.

Esclarecimentos: Você é convidado a participar da pesquisa, portanto não é obrigado a aceitar e pode se recusar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer problema. Caso você não se sinta a vontade com algum dos procedimentos, poderá questionar e interrompe-lo, mas isto não inviabiliza a sua participação nos demais protocolos se isto for de sua vontade. Para isso basta falar com o pesquisador. Em qualquer momento, você poderá pedir mais informações ou esclarecimentos sobre a pesquisa e sua participação. Para informações ou reclamações sobre os aspectos éticos você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp, telefone (19) 37888936 ou pelo e-mail cep@fcm.unicamp.br.

Confidencialidade: A sua identidade e de todos os voluntários serão mantidas em total segredo, tanto pelo pesquisador como pela instituição onde será realizada a pesquisa. Os resultados da pesquisa poderão ser divulgados em palestras, cursos, conferências, periódicos científicos ou outra forma de divulgação que possa transmitir os conhecimentos para a sociedade e profissionais da área, sempre sem nenhuma identificação dos participantes .

Gastos Adicionais: Caso você tenha gastos com transporte até o local da pesquisa, o pesquisador irá devolver esse dinheiro para você logo após a coleta dos dados.

Consentimento Pós-informação:

Após ler e compreender as informações acima, eu _____, portador da Carteira de Identidade n. _____, esclarecido sobre todos os aspectos da pesquisa como objetivos, riscos, procedimentos e sigilo, de livre vontade dou meu consentimento para minha inclusão como sujeito da pesquisa e utilização da minha imagem para que seja feito um vídeo para as equipes que participam da validação dos testes.

Assim assino este documento de autorização e recebo uma cópia do mesmo.

Assinatura do Participante Voluntário

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador

Data: ____/____/____

Aprovação da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa

Campinas 12 de Junho de 2013

A/C Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp

Solicitação de emenda no projeto de pesquisa

Ref.: projeto de número CAAE 02364712.0.0000.5404, aprovado sob parecer: 83875 de 27/08/2012.

Título: EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA EM USUÁRIOS DE CADEIRA DE RODAS: ESTUDO MULTIDISCIPLINAR.