



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Instituto de Nutrição

Giselle Louise Cerqueira d'Oliveira

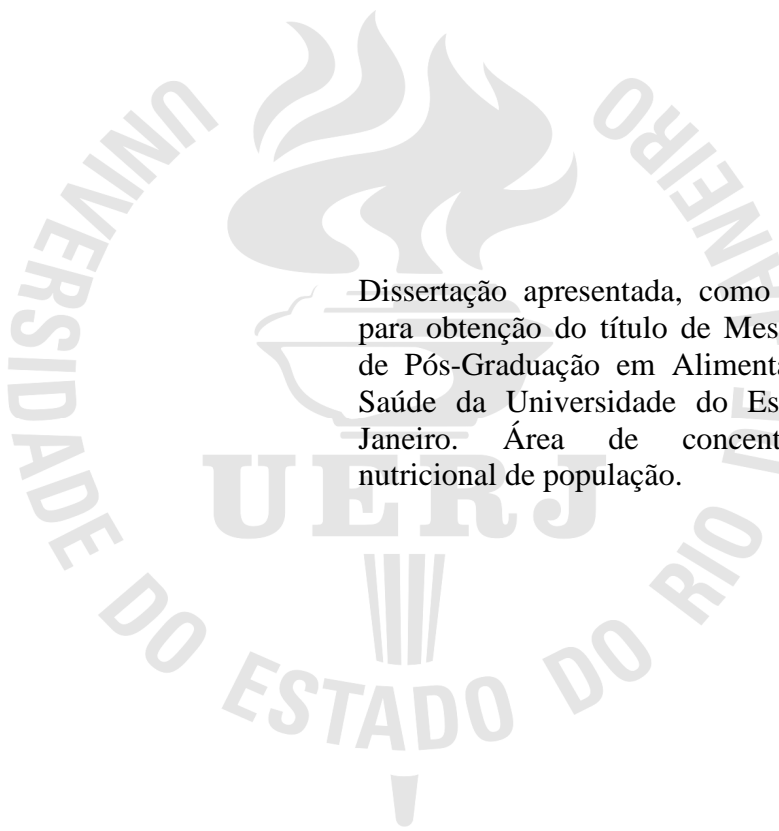
**Composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical: influência
do exercício físico e comparação de métodos**

Rio de Janeiro

2011

Giselle Louise Cerqueira d'Oliveira

Composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical: influência do exercício físico e comparação de métodos



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Análise nutricional de população.

Orientadora: Prof.^a Dra. Josely Correa Koury

Coorientadora: Prof.^a Dra. Flavia Fioruci Bezerra

Rio de Janeiro

2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/A

D418 D'Oliveira, Giselle Louise Cerqueira.
Composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical : influência do exercício físico e comparação de métodos / Giselle Louise Cerqueira. – 2011.
59 f.

Orientadora: Josely Correa Koury.
Coorientadora: Flavia Fioruci Bezerra.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro . Instituto de Nutrição.

1. Exercícios físicos – Aspectos fisiológicos - Teses. 2. Composição corporal – Teses. 3. Lesão medular – Teses. I. Koury, Josely Correa. II. Bezerra, Flavia Fioruci. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Nutrição. IV. Título.

dc CDU 612.766.1

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Giselle Louise Cerqueira d'Oliveira

Composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical: influência do exercício físico e comparação de métodos

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Análise nutricional de população.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2011.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Josely Correa Koury (Orientadora)
Instituto de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof^a. Dr^a. Vivian Wahrlich.
Instituto de Nutrição da Universidade Federal Fluminense

Prof^o. Dr. Gustavo Casimiro Lopes
Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2011

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos d'Oliveiras:
Djalma, Elisabeth, Rachel, Isabelle e Tiago;
e ao Enio Carvalho.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Josely Correa Koury, pelo apoio e paciência, pela agradável convivência, por permitir que me expressasse, por me ouvir, me corrigir, por todos os ensinamentos e diante de tudo isso, por ter sido uma das principais responsáveis pelo enorme crescimento profissional e pessoal que conquistei ao longo dos últimos dois anos.

À Prof^a Flavia Fioruci Bezerra, por tanto aprendizado, pelo envolvimento neste trabalho e apoio em momentos cruciais durante todo o mestrado.

A todos os professores, alunos e funcionários do Instituto de Nutrição, pela recepção tão carinhosa e amigável proporcionando uma ótima união entre Educação Física e Nutrição.

Ao Prof José Silvio de Oliveira Barbosa, além de meu professor na graduação de Educação Física, um grande amigo, pessoa que sempre me apoiou e mostrou os melhores caminhos. Sem o incentivo dele há dois anos, provavelmente não estaria concluindo o mestrado hoje.

A todos os professores do Instituto de Educação Física e Desportos da UERJ que me ensinaram a reconhecer o valor da minha profissão, incentivaram a seguir a carreira acadêmica, e até hoje me recebem com muito carinho no IEFD.

Às pessoas mais importantes da minha vida, minha família. Aos meus pais Elisabeth e Djalma pelo amor e apoio em todos os momentos da minha vida; às minhas irmãs Rachel e Isabelle pelo companheirismo e amizade; ao meu sobrinho Tiago, o melhor remédio contra o estresse, por ter me proporcionado conhecer e sentir o verdadeiro amor incondicional tornando minha vida muito mais feliz; aos meus cunhados Rodolfo e Felipe pelo carinho e apoio.

Ao meu namorado, Enio, por tanto amor, carinho e compreensão. Por ter ficado do meu lado em todos os momentos me passando muita calma. Meu amor, meu namorado e meu amigo. Verdadeiro exemplo de companheirismo.

Aos meus colegas de mestrado, em especial à amiga Amina Chain Costa, sem a qual tudo teria sido muito mais difícil. Pela força, ajuda e amizade presentes desde os momentos mais complicados do mestrado aos mais divertidos.

Ao amigo Felipe Machado Huguenin, pelo apoio durante todo o mestrado, principalmente na estatística do trabalho, por tanta paciência e disponibilidade em ajudar, ratificando a amizade que completou 8 anos.

Às amigas Carla Pastore, Fernanda Nunes e Patricia Latini, por serem minhas amigas, companheiras e conselheiras, por estarem sempre ao meu lado compartilhando todos os momentos comigo.

À Deus, meu melhor amigo, que se faz presente todos os dias da minha vida ao colocar cada uma dessas pessoas no meu caminho.

RESUMO

D'OLIVEIRA, Giselle Louise Cerqueira. *Composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical: influência do exercício físico e comparação de métodos*. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Alimentação, Nutrição e Saúde) – Instituto de Nutrição, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Objetivo: Comparar a composição corporal total e regional e a distribuição de gordura de homens com lesão medular LM cervical fisicamente ativos e não ativos, e sua relação com a concentração de proteína C – reativa ultra-sensível (PCR-us). Além disso, identificar um protocolo de impedância bioelétrica (BIA) que forneça resultados de percentual de massa gorda (MG) total concordantes com os obtidos pelo método de referência, absorciometria de dupla emissão de raios-X (DXA). **Métodos:** Os participantes possuíam lesão medular entre C5-C7 e foram classificados em ativos (n=15) e não ativos (n=10). Consideraram-se ativos os indivíduos que praticavam exercícios físicos há pelo menos três meses, três vezes por semana ou mais, totalizando tempo mínimo de 150 minutos de atividades físicas por semana. A determinação da composição corporal total e regional (braços, pernas e tronco) foi realizada por DXA. A PCR-us foi mensurada por imunoturbidimetria. Os protocolos de BIA testados foram: a) para indivíduos com LM (KOCINA & HEYWARD, 1997); b) para grupos que incluem idosos (GRAY *et al* 1989); c) validado para idosos brasileiros (DEY *et al*, 2003). A análise estatística dos dados incluiu ANCOVA para comparar a massa corporal total, composição corporal e PCR-us entre os grupos; e correlação parcial com correção pelo tempo de lesão (TL) para identificar a associação de exercício físico com MG e da PCR-us com exercício físico e MG tronco. A comparação dos resultados de percentual de gordura obtidos por DXA e cada um dos protocolos de BIA foi realizada por ANOVA one way e Dunnet pós teste. A análise de Bland-Altman foi realizada para verificação da concordância entre os métodos testados. **Conclusão:** O exercício físico praticado de forma contínua e controlada é importante para manter menores valores de MG e evitar acúmulo de gordura na região do tronco. A melhor composição corporal e distribuição de gordura corporal observadas no grupo ativo possivelmente levaram à menor concentração de PCR-us sérica. Juntas, estas adaptações provavelmente contribuíram para a redução dos riscos de desenvolvimento de doenças cardiometabólicas. A semelhança na modificação da composição corporal entre idosos e indivíduos com LM sugere que protocolos de BIA propostos para idosos podem ser adequados para avaliação da composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical.

Palavras-chave: Composição Corporal. Exercício Físico. Lesão Medular. Proteína C-Reativa.

ABSTRACT

Objective: To compare total and regional body composition and fat mass distribution in physically active and non active men with cervical spinal cord injury (SCI) and its relationship with C-reactive protein (CRP) levels. Also, to identify a bioelectric impedance (BIA) protocol that provides results of percentage of total fat mass (FM) in agreement with those obtained by the reference method - dual energy X-ray absorptiometry (DXA). **Methods:** All participants presented spinal cord injury between C5-C7 and were classified as active (n=15) or non-active (n=10). Individuals having a minimum of 150 minutes of physical activity per week, practiced three times a week or more, for at least three months were considered active. The determination of total and regional body composition (arms, legs and trunk) was performed by DXA. CRP levels were performed by immunoturbidimetry. BIA protocols tested were indicated to: a) individuals with SCI (KOCINA & HEYWARD, 1997), b) a group including elderly (GRAY *et al*, 1989), c) validated protocol for Brazilian elderly (DEY *et al*, 2003). The statistical analysis included ANCOVA to compare body weight, body composition and CRP between groups, and partial correlation to identify the association of physical exercise with MG and of CRP with physical exercise and trunk FM. All analyses were controlled for duration of injury (DOI). The comparison between DXA and BIA protocols was performed by one-way ANOVA and Dunnet post hoc test. The Bland-Altman analysis was performed to verify the agreement between the methods. **Conclusion:** physical exercise is important to the maintenance of lower levels of FM in whole body and to avoid trunk FM accumulation in cervical SCI subjects. Moreover, the best body composition and FM distribution found in the active group possibly lead to lower serum CRP levels. Taken together, these adaptations may contribute to decrease the risk of cardiometabolic disease in cervical SCI subjects. An elderly BIA protocol appeared to be useful for body composition assessment of cervical SCI subjects possibly due to the similarities in body composition adaptations typical of aging and SCI.

Keywords: Body Composition. Physical Exercise. Spinal Cord Injury. C-Reactive Protein.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Características gerais da medula espinhal.....	14
Quadro 1 –	Músculos e respectivas raízes nervosas.....	14
Figura 2 –	Dermátomos e raízes nervosas correspondentes.....	15
Figura 3 –	Sistema nervoso autônomo e órgãos inervados.....	16
Tabela 1 –	Comparação da massa gorda total e regional de indivíduos com lesão medular cervical não ativos e ativos, determinadas por DXA, utilizando TL como covariável.....	28
Tabela 2 –	Correlação parcial entre massa gorda e o tempo de prática contínua de exercício desde a lesão, utilizando o tempo de lesão como variável de controle.....	29
Tabela 3 –	Comparação entre percentual de massa gorda total obtido por DXA e pelas equações de predição de BIA aplicadas em indivíduos com lesão medular.....	30
Figura 4 –	Concordância entre os métodos de avaliação da composição corporal pela análise de Bland-Altman.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIA	Impedância bioelétrica
DXA	Absorciometria de dupla emissão de raios-X
LM	Lesão medular
LMc	Lesão medular cervical
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
1	REVISÃO DA LITERATURA	13
1.1	Medula espinhal e lesão medular	13
1.1.1	<u>Classificação da lesão medular</u>	17
1.1.2	<u>Epidemiologia</u>	17
1.2	Composição corporal, exercício físico e saúde do indivíduo com lesão medular	18
1.3	Métodos de avaliação da composição corporal de indivíduos com lesão medular	20
2	JUSTIFICATIVA	23
3	OBJETIVO	23
3.1	Objetivo Geral	23
3.2	Objetivos Específicos	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Participantes	24
4.2	Composição Corporal	24
4.2.1	<u>Absorciometria de dupla emissão de raios-X – DXA</u>	24
4.2.2	<u>Impedância bioelétrica</u>	25
4.2.2.1	Equações de predição de BIA.....	25
4.3	Antropometria	26
4.4	Análise Bioquímica	26
4.5	Análises Estatísticas	27
5	RESULTADOS	28

6	DISCUSSÃO	32
7	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	44
	APÊNDICE B – Questionário para coleta de dados gerais.....	45
	APÊNDICE C – Artigo.....	47
	APÊNDICE D – Produção em Eventos Científicos	57
	ANEXO A - Comitê de Ética em Pesquisa.....	58
	ANEXO B – Submissão do artigo científico.....	59

INTRODUÇÃO

Apresentação

Esta dissertação é composta por um artigo original intitulado “Composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical: influência do exercício físico e comparação de métodos”, submetido à revista *European Journal of Applied Physiology* em 08 de dezembro de 2010 e não publicado até o presente momento. Este artigo refere-se à melhor adequação da composição corporal devido à prática de exercício físico e o efeito sobre a proteína c-reativa; além disso, sugere que é possível empregar protocolos de bioimpedância para esta população, desde que sejam consideradas as adaptações da composição corporal. Os dados foram coletados no Instituto de Nutrição da UERJ e os indivíduos foram captados no Instituto Brasileiro dos Direitos da Pessoa com Deficiência (IBDD).

Este estudo compõe o “Programa apoio à construção da cidadania da pessoa com deficiência”, inserido como projeto “Nutrição e exercício como ações para melhoria da qualidade de vida, condicionamento físico e saúde de indivíduos com tetraplegia”, financiado pela FAPERJ (Edital 12/2008. Processo E -26/111.788/2008).

Contextualização

Indivíduos com lesão medular (LM) sofrem profundas alterações na composição corporal como resultado da imobilização e do comprometimento neural, incluindo aumento de massa gorda (MG) e redução de massa livre de gordura (MLG) (NORMELL, 1974, JONES *et al*, 1998; SPUNGEN *et al*, 2003). A associação entre acúmulo de gordura corporal total, principalmente na região do tronco, e aumento do risco do desenvolvimento de doenças crônicas é bem reconhecida na população em geral (SMITH *et al*, 2001; LAVIE *et al*, 2009) e estudo recente aponta a relação entre o surgimento de doenças e a gordura visceral e subcutânea, em indivíduos com LM (GORGEY *et al*, 2010). A gordura visceral é considerada fator de risco independente para o desenvolvimento da resistência à insulina (CEFALU *et al*, 1995), diabetes melitus tipo 2 (BOYKO *et al*, 2000), doença cardiovascular (DESPRÉS, 2007) e processos inflamatórios identificados pela concentração de proteína C-reativa (KOENIG *et al*, 1999).

As alterações da composição corporal decorrentes da LM são semelhantes ao que ocorre no processo de envelhecimento que leva ao aumento da MG, redistribuída para a região do tronco, e à diminuição da MLG (ST-ONGE *et al*, 2010). Esta semelhança pode ser uma explicação para que os indivíduos com LM apresentem, de forma precoce e em alta prevalência, doenças diretamente relacionadas ao avanço da idade (SPUNGEN *et al*, 2003).

A prática regular de exercício físico controlado em frequência, intensidade e duração tem sido apontada como a estratégia mais eficiente para retardar as conseqüências do processo de envelhecimento (ACSM, 2009). A avaliação da eficiência de programas de exercício físico pode ser realizada por meio da avaliação periódica da composição corporal, importante ferramenta para a orientação adequada de intervenções clínicas e modificações de hábitos de vida em diversos grupos populacionais (SUN *et al*, 2005), porém torna-se difícil em indivíduos com LM, pela complexidade das adaptações geradas pela lesão.

Métodos de avaliação da composição corporal capazes de determinar com acurácia as severas modificações da composição corporal de indivíduos com LM são escassos (DESSPORT *et al*, 2000). Um método sensível à diferenciação dos tecidos gordo, ósseo e magro é a absorciometria de dupla emissão de raios-X (DXA), que tem sido utilizada nesta população (JONES *et al*, 1998; DIONYSSIOTIS *et al*, 2008). Contudo, a DXA não é um método portátil e de fácil acesso, além de ser de alto custo. Por outro lado, métodos como a impedância bioelétrica (BIA) são mais práticos e de baixo custo, podendo ser úteis na avaliação de indivíduos com LM (KOCINA, 1997).

Considerando as limitações acima descritas elaboramos as seguintes hipóteses para o presente estudo: o exercício físico é capaz de modificar a composição corporal total e regional de indivíduos com lesão medular cervical promovendo benefícios à saúde como a menor concentração de proteína C-reativa; uma equação de predição de avaliação da composição corporal proposta para idosos pode ser adequada à população de lesionados medulares.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Medula espinhal e lesão medular

A medula espinhal é uma coluna canelada que passa pelo interior do canal medular, formado pelos forames das vértebras que compõe a coluna vertebral. Ela não ocupa todo o comprimento da coluna vertebral, possuindo, aproximadamente, 45cm num indivíduo adulto e 1cm de diâmetro na região lombar (DI DIO, 1999; MC ARDLE, 2003; TEIXEIRA, 2008). Estende-se da base do forame magno até a porção inferior da vértebra L2, onde possui estrutura em formato de cone, sendo essa região conhecida como cone medular. Abaixo da vértebra L2 as fibras nervosas formam a área denominada cauda equina. A medula espinhal é envolvida e protegida pelas meninges (pia-máter e dura-máter), ligamentos, e vértebras (7 cervicais - C1 a C7, 12 torácicas - T1 a T12, 5 lombares – L1 a L5, 5 sacras – S1 a S5 e 4 coccígeas). Funciona como uma via de conexão entre o encéfalo e o sistema nervoso periférico (SNP), transmitindo e modulando sinais do sistema nervoso somático, que envolvem a transmissão de impulsos motores (via eferente) do sistema nervoso central (SNC) para o SNP, e a transmissão de impulsos sensoriais (via aferente) do SNP para o SNC (BRANCO *et al*, 2007). A medula espinhal também é responsável pelo controle das funções do sistema nervoso autônomo dividido em sistema nervoso simpático e parassimpático, com papéis opostos na regulação autônoma do organismo (GARSTANG & MILLER-SMITH, 2007)

Para desempenhar suas funções trinta e um pares de raízes nervosas partem da medula espinhal: 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais, e 1 coccígeo. Os nervos de números 1 a 7 partem da região da medula logo acima das vértebras de número correspondente, e o oitavo nervo cervical parte da região entre as vértebras C7 e T1. Nas porções torácica e lombar os nervos partem logo abaixo da vértebra de número correspondente. Como a medula é menor do que o canal medular, exceto o segmento cervical, os segmentos da coluna não originam exclusivamente seus nervos regionais correspondentes. Ou seja, o segmento cervical contém os nervos cervicais, o segmento torácico contém nervos torácicos e lombares, e a porção superior do segmento lombar possui nervos lombares e sacros (BRANCO *et al*, 2007), como demonstrado na **Figura 1**.

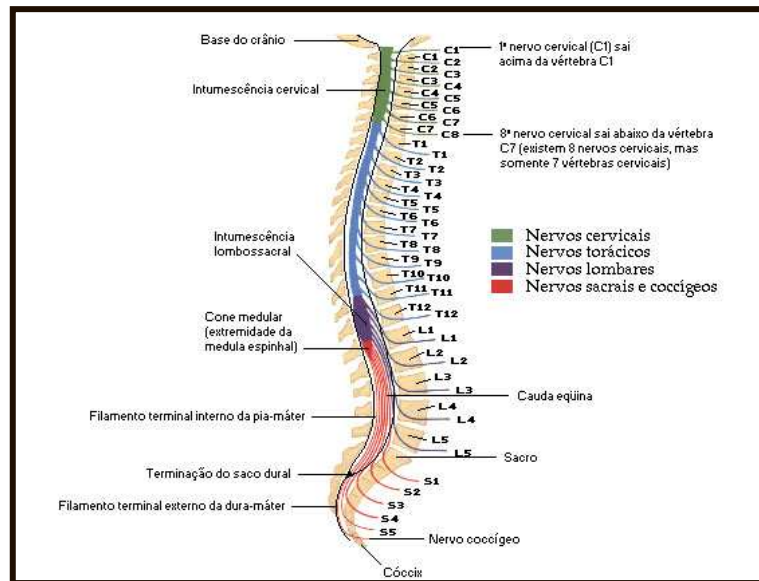


Figura 1 – Características gerais da medula espinal

Fonte: <http://www.auladeanatomia.com/neurologia/medulaespinal.htm>

Com relação à função motora, a inervação que parte da região cervical é direcionada aos músculos dos membros superiores, ao diafragma (inervado pela raiz de C3 a C5), entre outros. A inervação que parte da região torácica e lombar está direcionada às musculaturas dos membros inferiores e tronco (PAOLILLO *et al*, 2005). A **tabela 1** mostra as principais musculaturas inervadas pelas respectivas raízes nervosas.

Quadro 1 – Músculos e respectivas raízes nervosas

Diafragma	C3 - C5
Bíceps	C5, C6
Tríceps	C7, C8
Flexor superficial dos dedos	C7, C8, T1
Intercostais	T1 - T11
Reto abdominal	T7 - T11
Quadríceps	L2 - L4
Glúteo Máximo	L5, S1, S2
Gastrocnêmios	S1, S2

Fonte: Kendall & Kendall (1997)

No desempenho da função sensorial (**Figura 2**), os dermatômos, território cutâneo inervado por raízes nervosas originárias da medula espinhal, recebem o nome da raiz que o inerva, por exemplo, dermatômo C3 e dermatômo T5. Estas são as regiões sensíveis ao tato, calor e pressão desde que suas respectivas inervações estejam preservadas (MACHADO, 2000).

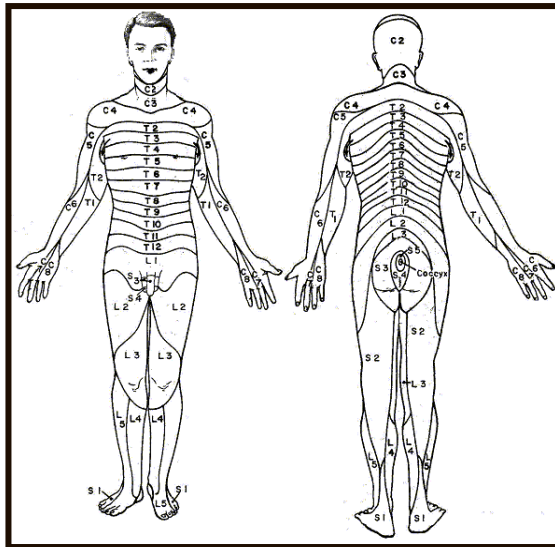


Figura 2 – Dermatômos e raízes nervosas correspondentes.

Fonte: <http://www.disciplinadeoncologia.com.br/?site=12-12/urgencias-em-oncologia>

O sistema nervoso autônomo (**Figura 3**) possui a inervação parassimpática predominantemente originada nas regiões cervical e sacra e a inervação simpática predominantemente originada nas regiões torácica e lombar. Como exemplo, de T1 a T4 partem os nervos do SNS responsáveis pelas respostas cardiovasculares e pulmonares, de T3 a L3 (principalmente de T5 a T9) os nervos do SNS responsáveis pelo funcionamento da medula adrenal e de L1 a L3 a inervação do cólon descendente, reto, rins, bexiga, útero e genitália externa (GARSTANG & MILLER-SMITH, 2007).

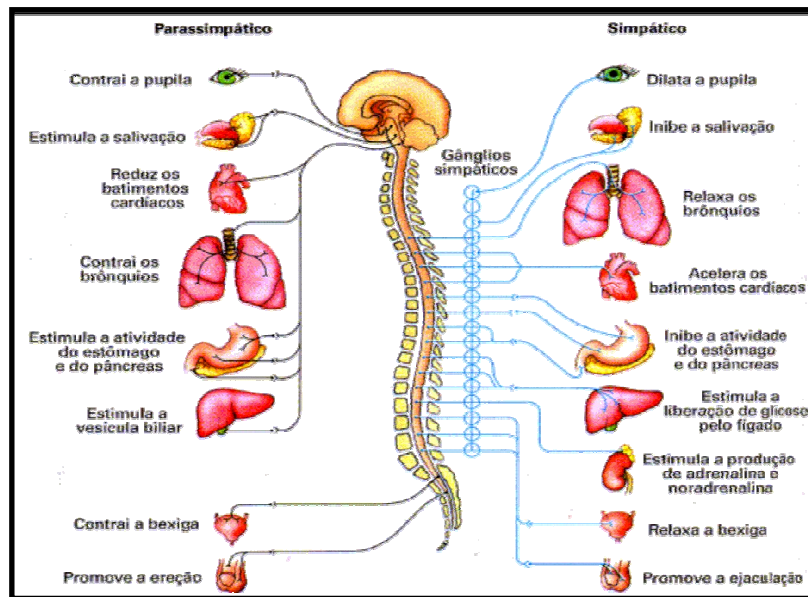


Figura 3- Sistema nervoso autônomo e órgãos inervados

Fonte: http://bahr-bituricos.blogspot.com/2007_12_01_archive.html

A LM provoca muitas transformações no organismo por interromper ou diminuir a conexão entre o encéfalo e o sistema nervoso periférico (STORCH *et al*, 2005), o que leva ao comprometimento das funções motora e/ou sensorial e/ou autônoma.

A redução ou perda da função motora leva à diminuição da massa muscular e do tamanho da fibra muscular, que após muitos meses de lesão são reduzidas à metade ou a um terço do observado em indivíduos sem LM (CASTRO *et al*, 1999). Paralelamente, e por conta disso, a massa óssea também sofre redução, podendo ocasionar osteoporose, principalmente nos membros inferiores (SPUNGEN *et al*, 2003). A diminuição da massa muscular, que contribui para a diminuição da taxa metabólica basal e a drástica redução de atividade física decorrente da vida em cadeira de rodas contribuem para o aumento do percentual de gordura corporal, inclusive da adiposidade abdominal, que está intimamente relacionado à ocorrência de doenças cardiovasculares e diabetes (FORSYTHE *et al*, 2008). Além da alteração da função motora, há o comprometimento do sistema nervoso autônomo que pode levar a inúmeras conseqüências, como por exemplo: complicações respiratórias – (BRANCO *et al*, 2007); cardiovasculares (GARSTANG & MILLER-SMITH, 2007; OLIVE, 2002) e disreflexia autonômica (BRANCO *et al*, 2007).

1.1.1 Classificação da lesão medular

A LM pode ser completa, quando ocorre comprometimento total da medula, ou incompleta, quando ocorre comprometimento parcial da medula. Na lesão completa todas as formas de sensibilidade e de movimentos voluntários (inclusive controle de intestinos e bexiga) são perdidas nas regiões supridas pelos segmentos da medula espinhal localizados abaixo da região comprometida (DI DIO, 1999). Na lesão incompleta há a preservação de alguma função motora e/ou sensorial abaixo do nível neurológico da lesão (incluindo segmento sacral – região anal) (JACOBS & NASH, 2004).

A lesão também é classificada em tetraplegia e paraplegia, sendo a tetraplegia consequência de trauma ou doença na região cervical da medula espinhal e definida como perda ou diminuição da função sensorial e/ou motora dos membros superiores, tronco, membros inferiores e dos órgãos localizados na região pélvica. A paraplegia é consequência de trauma ou doença na região torácica, lombar ou sacral, mas não cervical, e leva à perda ou diminuição da função motora e/ou sensorial de membros inferiores principalmente, podendo atingir o tronco e órgãos pélvicos dependendo da altura da lesão. As funções dos membros superiores são preservadas neste caso, diferentemente do que ocorre na tetraplegia (JACOBS & NASH, 2004).

1.1.2 Epidemiologia

Dados internacionais mostram que a incidência de LM é de aproximadamente 40 casos por milhão de pessoas, ou aproximadamente 12.000 novos casos por ano nos EUA (National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2010). As lesões cervicais representam, aproximadamente, 55% dos casos, e as lesões completas acometem 56% dos indivíduos (JACKSON et al, 2004). Considerando-se a altura e extensão da lesão, a tetraplegia incompleta é mais comum (38,3%), seguida pela paraplegia completa (22,9%), paraplegia incompleta (21,5%) e tetraplegia completa (16,9%). As causas da lesão traumática ao longo dos anos são: acidentes de trânsito (41,3%), quedas (21,3%), violência (15,0%), atividades esportivas (7,9%), entre outras (8,5%) (National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2010) e a proporção de homens e mulheres lesionados é de 4:1 (JACKSON et al, 2004). Estudos

mostram que as mortes são associadas à altura e extensão da lesão, e as principais causas no primeiro ano pós-lesão são pneumonia e outras complicações respiratórias. Após essa fase, os principais fatores de risco de morte incluem doença cardiovascular, diabetes e comprometimento da função pulmonar (GARSHICK *et al*, 2005).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) divulgou que 0,05% dos entrevistados, aproximadamente um milhão de pessoas, eram tetraplégicos, paraplégicos ou possuíam hemiplegia permanente. A maioria, 55% dos casos, era do sexo masculino e dados étnicos mostram que 52% dos indivíduos com lesão eram brancos, 37% pardos, 7% negros e 4% amarelos, indígenas ou sem declaração. Alguns dados como a distribuição numérica entre tetraplégicos, paraplégicos e hemiplégicos permanentes, o tempo, tipo e a causa da lesão não foram encontrados no referido material.

Segundo informações divulgadas pela Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, instituição de referência no tratamento de condições neurológicas específicas no Brasil, dos 9.019 pacientes atendidos nos últimos 10 anos com seqüela de LM traumática, as causas mais comuns são: acidentes de trânsito (37,2%), agressão por arma de fogo (28,7%), quedas (16,8%) mergulho (8,9%) e outras causas (8,5%).

1.2 Composição corporal, exercício físico e saúde do indivíduo com lesão medular

Em decorrência da LM, inúmeras alterações fisiológicas e metabólicas são estabelecidas no organismo e levam à modificação grave da composição corporal do indivíduo, principalmente nos membros paralisados (MAGGIONI *et al*, 2003). A imobilização leva à redução do gasto energético, perda da massa muscular e óssea e diminuição da taxa metabólica de repouso (BUCHHOLZ *et al*, 2003); e o comprometimento do sistema nervoso autônomo leva à dificuldade na vascularização do tecido adiposo e comprometimento na sinalização das catecolaminas (KARLSSON *et al*, 1997), que tem importante papel no mecanismo da lipólise. Em conjunto, estas ações levam à redução importante da MLG e aumento significativo da MG (SPUNGEN *et al* 2003, MCDONALD *et al*, 2007, DIONYSSIOTIS *et al*, 2008).

Tais alterações da composição corporal são muito semelhantes ao que é observado no processo de envelhecimento, no qual ocorre aumento da MG, com sua redistribuição para a região do tronco, e diminuição da MLG. Independente da idade, indivíduos com LM

apresentam mais MG e menos MLG total e regional (braços, pernas e tronco), em valores absolutos e percentuais, quando comparados à indivíduos sem LM (SPUNGEN *et al*, 2003, MAGGIONI *et al*, 2003, MCDONALDS *et al*, 2007, MARUYAMA *et al*, 2008). São encontrados elevados valores de percentual de gordura nas pernas, região mais afetada pela imobilização, e no tronco (SPUNGEN *et al*, 2003, MAGGIONI *et al*, 2003), logo, a obesidade é comumente observada em indivíduos com LM (GATER, 2007).

A gordura de tronco está relacionada ao surgimento de complicações à saúde e é composta pela gordura subcutânea (GSC) e visceral (GVC). Embora a GVC seja considerada fator de risco independente para o desenvolvimento de doenças na população em geral, a associação entre o surgimento de doenças crônicas e a GSC e GVC em indivíduos com LM, tem sido estudada recentemente (EDWARDS *et al*, 2008). Elevados valores de GVC e da razão GVC:GSC foram observados em indivíduos com LM quando comparados a indivíduos sem LM, pareados quanto à idade, sexo e circunferência de cintura (EDWARDS *et al*, 2008).

Gorgey *et al* (2010) observaram que elevados valores de GVC, GSC e GVC:GSC foram associados positivamente à desordens metabólicas e elevados percentuais de GSC de tronco foram positivamente associados à redução do risco de resistência à insulina e ao aumento de HDL-c, o que sugere um papel protetor da GSC de tronco e um papel nocivo da GVC em indivíduos com LM.

A gordura visceral está intimamente ligada à secreção de marcadores do processo inflamatório, como a proteína C – reativa (PCR) e esta possui relação direta com o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular (KOENIG *et al*, 1999). Indivíduos com LM possuem elevada concentração de PCR, sendo a presença da LM considerada fator de risco independente para esta ocorrência (WANG *et al*, 2007), assim como o modo de locomoção, ou seja, indivíduos com LM capazes de usar andadores apresentam menores concentrações de PCR do que aqueles que dependem exclusivamente da cadeira de rodas (MORSE *et al*, 2008). Edwards *et al* (2008) compararam indivíduos ativos com e sem LM em relação à GVC, GSC e gordura total, além de avaliar marcadores bioquímicos de risco para o surgimento de doença cardiovascular (glicose, insulina, triglicerídeos, HDL-c, LDL-c, colesterol total, adiponectina e PCR). Apesar dos elevados valores de GVC, GVC:GSC e de gordura total identificados nos indivíduos com LM, não foram encontradas diferenças entre os grupos para nenhum marcador bioquímico. O autor justifica este resultado inesperado pela possibilidade da prática de exercício físico propiciar melhora do perfil metabólico mesmo sob condições de GVC elevada (EDWARDS *et al*, 2008).

Embora muitos estudos relacionem a prática de exercício físico à redução das concentrações de PCR (LAKKA *et al*, 2005; KASAPIS *et al*, 2005; VIEIRA *et al*, 2009; DONGES *et al*, 2010), o mecanismo pelo qual isto acontece ainda é controverso. Foi demonstrado recentemente em adultos (homens e mulheres) sedentários com elevados valores basais de PCR, que o exercício físico que não promoveu redução da massa corporal total, não foi associado à redução da concentração de PCR (CHURCH *et al*, 2010), o que sugere que o mecanismo mais provável da associação entre exercício físico e PCR seja mediado pelo potencial do exercício em mobilizar a gordura de tronco, principalmente a visceral (VIEIRA *et al*, 2009; CHURCH *et al*, 2010).

O exercício físico tem papel fundamental na qualidade de vida de indivíduos com LM. Foram confirmadas melhoras significativas em aspectos sociais, psicológicos, e fisiológicos, como ganho de força, melhora da aptidão cardiovascular e do perfil lipídico (HICKS *et al*, 2003; DITOR *et al*, 2003; JACOBS & NASH, 2004; DEVILLARD *et al*, 2007; ABEL *et al*, 2008; MARTIN GINIS *et al*, 2008; STEVENS *et al*, 2008; LANNEM *et al*, 2009; TAWASHY *et al*, 2009; ANNEKEN *et al*, 2010). Contudo, não foram encontrados na literatura estudos que fizessem uma avaliação longitudinal ou que comparassem grupos pareados quanto à LM para avaliação do efeito do exercício físico sobre composição corporal regional desta população.

1.3 Métodos de avaliação da composição corporal de indivíduos com LM

A avaliação da composição corporal é uma importante ferramenta de avaliação do estado nutricional, da eficiência de um programa de treinamento físico, bem como do risco iminente de surgimento de doenças relacionadas às modificações prejudiciais da composição corporal. Entretanto, métodos de avaliação da composição corporal capazes de identificar as modificações da composição corporal de indivíduos com LM são escassos (DESSPORT *et al*, 2000).

A DXA fornece resultados sobre massa magra, gorda e óssea, o exame é capaz de discriminar a massa magra da MG por meio da emissão de dois feixes de energia com diferentes atenuações, sensíveis às distintas densidades destes dois tecidos. Em áreas com conteúdo mineral ósseo a separação da massa magra em tecido mole e ósseo é feita através de cálculos das frações destes tecidos. O escaneamento pode ser feito para o corpo inteiro, e a

partir deste, a avaliação regional (braços, pernas e tronco), ou pode ser específico para algumas áreas do corpo como coluna lombar, antebraço e fêmur. A radiação a qual o indivíduo é exposto é baixa e o escaneamento de todo o corpo leva de 10 a 20 minutos. Embora seja considerado padrão-ouro para a composição corporal, este método é de alto custo e não é portátil, o que dificulta sua aplicabilidade em larga escala e de forma prática (ROUBENOFF *et al*, 1993; ALBANESE *et al*, 2003; DUREN *et al*, 2008).

A BIA é um método rápido, não invasivo e de baixo custo (KYLE *et al*, 2004 II) baseado no princípio de que a MG, que contém pouca água, é má condutora do sinal elétrico, enquanto a MLG com alto teor de água conduz o sinal com facilidade (HEYWARD & STOLARCZYK, 2000). Os vetores resultantes da BIA são a resistência (R), medida de oposição ao fluxo de corrente através do corpo; e a reatância (Xc), oposição ao fluxo de corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular (KYLE *et al*, 2004 I). Estes vetores são empregados em equações de predição generalizados ou para populações específicas para que seja calculada a água corporal total, a MLG e a MG (DUREN *et al*, 2008). O método tetrapolar usa quatro eletrodos aplicados à mão, ao punho, ao pé e ao tornozelo. Uma corrente de excitação de 800 mA a 50 KHz (analisador RJL) é aplicada aos eletrodos distais (mão e pé) e a queda da voltagem, devido à impedância, é detectada pelos eletrodos proximais (punho e tornozelo) (HEYWARD & STOLARCZYK, 2000).

Uma limitação de ambos os métodos está relacionada ao equilíbrio hidroeletrolítico do organismo do indivíduo. A mensuração feita pelo DXA é baseada em pressupostos que incluem o estado de hidratação aproximadamente constante da MLG (ROUBENOFF *et al*, 1993). Da mesma forma, sendo a água um excelente condutor de energia, estados alterados de hidratação podem mascarar os resultados fornecidos por BIA (KYLE *et al*, 2004 II). Este é um fator complicador do uso destes métodos em indivíduos com LM, uma vez que este grupo apresenta redução drástica da MLG e é acometido por edema com relativa frequência (KOCINA, 1997).

Apesar do exposto, a utilização destes métodos em indivíduos com LM é bastante descrita na literatura. A aplicação da DXA é bem tolerada por este grupo e tem sido utilizada e estudada por muitos pesquisadores (SPUNGEN *et al* 1995; JONES *et al*, 1998; SPUNGEN *et al* 2003; MAGGIONI *et al*, 2003; INUKAI *et al*, 2006; MCDONALD *et al*, 2007; DIONYSSIOTIS *et al*, 2008; MOJTAHEDI *et al*, 2009, SUTTON *et al*, 2009). A BIA já foi testada nos indivíduos com LM (SPUNGEN *et al*, 1995; MOJTAHEDI *et al* 2009; DESPORT *et al*, 2000; BUCHHOLZ *et al* 2003, KOCINA, 1997), embora as equações de predição existentes pareçam não ser adequados a esta população. Kocina & Heyward (1997) validaram

uma equação de predição de BIA para indivíduos com LM, contudo a aplicabilidade desta equação não foi confirmada em estudo realizado recentemente (MOJTAHEDI *et al*, 2009).

A comparação de métodos de avaliação da composição corporal de indivíduos com LM tem sido feita com o objetivo de encontrar métodos portáteis e de fácil acesso que reproduzam os resultados obtidos por métodos considerados padrão-ouro. Estudos que utilizaram o DXA como método de referência avaliaram a aplicabilidade de dobras cutâneas (SUTTON *et al*, 2009, MAGGIONI *et al*, 2003) e BIA (MOJTAHEDI *et al*, 2009). Considerando que os indivíduos estudados por Mojtahedi *et al* (2009) eram atletas com LM, as equações testadas no referido trabalho foram: para indivíduos com LM (KOCINA & HEYWARD, 1997); para atletas (HOUTKOOOPER *et al*, 1989 – mulheres; OPPLIGER *et al*, 1991 - homens) e generalizada (STOLARCZYK *et al*, 1997). Os autores concluíram que nenhuma das três equações apresentou resultados satisfatórios.

A comparação de métodos é um problema comum em várias áreas de pesquisa e atualmente é recomendada a utilização da análise gráfica proposta por Bland-Altman (1986) para sua interpretação, tendo em vista que outras análises estatísticas não são capazes de verificar o viés (o quanto as diferenças se afastam do zero), o erro (dispersão dos pontos das diferenças ao redor da média), além de *outliers* e tendências ao mesmo tempo (HIRAKATA & CAMEY, 2009). Salvo o coeficiente de correlação, que avalia associação e não concordância, outras análises estatísticas podem ser usadas como complemento à análise gráfica de Bland-Altman, como o teste-t, a análise de variância, entre outros.

2 JUSTIFICATIVA

A LM causa severas adaptações sobre a composição corporal, semelhante ao que ocorre no processo de envelhecimento. É conhecido que o exercício físico é capaz de propiciar benefícios à composição corporal em diferentes populações, sendo relevante investigar se o exercício físico praticado por indivíduos com lesão medular cervical promove modificações positivas sobre a composição corporal total e regional e se esta se relaciona marcadores bioquímicos de processos inflamatórios como a proteína C reativa.

A avaliação da composição corporal é uma importante ferramenta utilizada para investigar variações importantes da composição corporal que ocorrem devido à prática de exercícios físicos, entre outros fatores. Contudo, métodos de avaliação da composição corporal adequados a indivíduos com LM, como a DXA, são caros e de difícil acesso. Sendo assim, é importante identificar uma equação de predição de um método de baixo custo e fácil acesso, como a BIA, que possa ser utilizado para a avaliação da composição corporal deste grupo.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Comparar a composição corporal total e regional e a distribuição de gordura de homens com lesão medular cervical fisicamente ativos e não ativos, e sua relação com a concentração de proteína C – reativa.

3.2 Objetivos específicos

- Verificar associações da proteína C-reativa ultra-sensível com a massa gorda de tronco e com a prática de exercício físico, assim como associações entre a prática de exercício físico e a composição corporal.
- Comparar os resultados de percentual de massa gorda total obtidos por DXA e diferentes equações de predição de BIA.
- Analisar a concordância entre os métodos DXA e BIA, considerando as diferentes equações de predição testadas.
- Identificar uma equação de predição de BIA que forneça resultados de percentual de massa gorda total concordantes com os resultados obtidos pelo método de referência - DXA.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Participantes

O estudo foi aprovado pelo Conselho de Ética da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (COEP052/2009) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Participaram do estudo 25 indivíduos do sexo masculino com LM entre C5-C7, classificados em ativos (n=15) e não ativos (n=10). Foram classificados como indivíduos ativos aqueles que praticavam exercícios físicos há pelo menos 3 meses, 3 vezes/semana ou mais, totalizando tempo mínimo de 2 horas e meia de atividades por semana. Os exercícios físicos praticados foram: natação, musculação, rugby em cadeira de rodas e “wheeling” (tocar a cadeira). Três participantes possuíam lesão completa (n=1 ativo, n=2 não ativos) e 22 possuíam lesão incompleta (n=14 ativos, n=8 não ativos).

As causas da lesão medular cervical foram: mergulho em água rasa (n=11, 44%), acidentes de trânsito (n=10, 40%), projétil de arma de fogo (n=3, 12%) e tumor na medula (n=1, 4%); Nenhum participante fazia uso de medicamentos capazes de influenciar as concentrações de PCR.

As informações sobre idade, tempo de lesão (TL), TEF e horas por semana de exercício, foram coletadas através de auto-relato obtido em questionário individualizado.

4.2 Composição Corporal

4.2.1 Absorciometria de dupla emissão de raios-X – DXA

A composição corporal foi determinada por absorciometria de dupla emissão de raios-X - DXA (iDXA - Lunar, software enCore 2008 versão 12.20, GE Healthcare). Para realização do teste foi solicitada a utilização de roupas leves, sem detalhes em metal, retirando-se inclusive as jóias. As próteses metálicas que poderiam afetar o scaneamento foram identificadas como artefatos e desconsideradas na análise. As pernas dos participantes

foram fixadas na mesa do DXA para evitar espasmos musculares durante o exame. A calibração do equipamento foi realizada sempre que necessário pela técnica responsável pela operação do aparelho respeitando as normas estabelecidas no manual do equipamento.

Foi realizado escaneamento de corpo inteiro para determinação da MG e MLG total e regional (braços, pernas e tronco). Posteriormente, para investigação da distribuição de gordura corporal foram calculadas as concentrações de gordura no tronco (MG tronco : MG total) e em membros inferiores (MG pernas : MG total).

4.2.2 Impedância bioelétrica

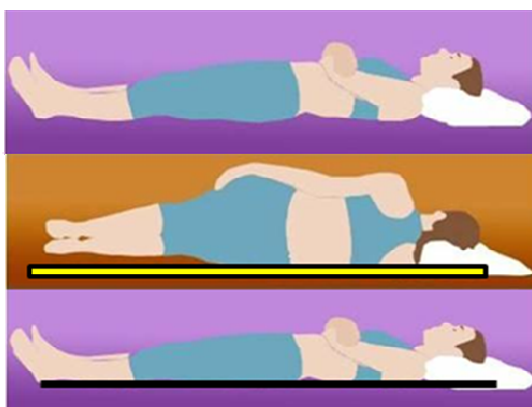
A impedância bioelétrica (BIA) foi realizada utilizando-se o aparelho tetrapolar RJL Quantum 101 (RJL Systems), com aplicação de uma corrente de $800\mu\text{A}$ a 50KHz. A análise foi feita respeitando-se o procedimento padrão (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT CONFERENCE STATEMENT, 1996). Os indivíduos permaneceram em posição supina durante 10 minutos antes da realização da avaliação, que ocorreu em temperatura ambiente de 25 °C. Foi solicitado que fizessem jejum de 8 horas, não praticassem exercícios físicos por 24h e esvaziassem a bexiga antes do teste. Três indivíduos não participaram desta análise devido a dificuldades nos procedimentos.

4.2.2.1 Equações de predição de BIA

Para avaliar a concordância dos dados obtidos por DXA e BIA, foram testadas três equações de predição de BIA validadas com uso do equipamento tetrapolar RJL Quantum. A composição corporal foi estimada usando equações específicas: a) para indivíduos com LM (KOCINA & HEYWARD, 1997); b) para grupo que inclui idosos (GRAY *et al*, 1989); c) validado para idosos brasileiros (DEY *et al*, 2003 apud RECH *et al*, 2008).

4.3 Antropometria

O comprimento foi medido com fita métrica flexível e não-elástica (Sanny[®], SP Brasil) em posição supina. Os indivíduos eram deslocados lateralmente para que a fita fosse posicionada na mesa do DXA, na direção da linha média do corpo, e então retronavam à posição inicial. A medida foi realizada desde o topo da cabeça até a porção inferior dos calcânhares.



A massa corporal total (MCT) foi medida com precisão de 0.1 kg em balança adequada para cadeira de rodas (SISPESA[®], RJ Brasil). Todas as avaliações acima descritas foram realizadas no mesmo dia, no Laboratório de Avaliação Nutricional do Instituto de Nutrição – UERJ, sempre pelos mesmos profissionais.

4.4 Análise bioquímica

Amostras de sangue (5 mL) foram coletadas pela manhã, após jejum de 8h, para obtenção de soro e a mensuração da proteína C-reativa ultra-sensível (PCR-us) que foi realizada por imunoturbidimetria. Todos foram orientados a não praticarem exercícios físicos nas 24h anteriores ao exame, a fim de evitar alterações agudas na concentração da proteína C-reativa. Seis indivíduos (n=2 ativos; n=4 não ativos) apresentaram inflamação aguda (PCR-us > 0,5 mg/dL) e foram desconsiderados especificamente da análise estatística que envolve a PCR-us.

4.5 Análises Estatísticas

Para determinação do grau de normalidade das variáveis foi empregado o teste Kolmogorov-Smirnov. Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão (DP). A comparação entre os grupos quanto à idade, comprimento e TL foi realizada por test-t para amostras independentes. A massa corporal total, composição corporal e PCR-us foram comparadas entre os grupos por análise de covariância, ajustada pelo TL.

O TEF foi considerado para avaliação do efeito crônico do exercício físico sobre a composição corporal. A associação entre TEF e composição corporal foi realizada pela correlação parcial, controlada por variáveis de confusão identificadas pela análise de regressão múltipla (Stepwise). As variáveis dependentes foram percentual de MG total e de tronco e as variáveis independentes foram idade, TL e horas por semana de exercício físico. Somente o TL mostrou significância estatística. A associação da PCR-us sérica com TEF e com MG tronco também foi realizada por correlação parcial considerando o TL como variável de controle.

Para comparação das equações de predição de BIA com o método de referência - DXA, foi realizada a ANOVA one-way e Dunnet pós teste. A análise gráfica porposta por Bland & Altman (1986) foi realizada para análise de concordância entre os métodos.

Valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos. O software utilizado foi o SPSS 12.0 for windows.

5 RESULTADOS

O grupo ativo era semelhante ao grupo não ativo quanto à idade (30 ± 8 vs. 36 ± 11 anos, respectivamente) e comprimento ($1,72 \pm 0,07$ vs. $1,72 \pm 0,06$ m). Em contrapartida, o TL (8 ± 7 vs. 15 ± 9 anos; $p=0,031$) e a massa corporal total ($63,5 \pm 9,4$ VS. $73,3 \pm 4,6$ kg; $p=0,004$) eram diferentes entre os grupos. No grupo ativo TEF foi em média 18 ± 8 meses e as horas de exercício físico praticadas por semana foram 13 ± 6 .

O grupo ativo apresentou menores valores de MG total e regional (absolutos e relativos) em relação ao grupo não ativo, considerando o TL como co-variável (**Tabela 1**). O grupo não ativo apresentou 69.7% mais MG total e 100% mais MG de tronco em comparação ao grupo ativo. Sete indivíduos não ativos (70%) apresentaram mais de 40% de MG de tronco, enquanto nenhum indivíduo ativo atingiu esse percentual. A razão MG de tronco : MG total mostrou 21% maior contribuição da MG de tronco na MG total no grupo não ativo e a razão MG pernas : MG total mostrou 22% menor contribuição da MG de pernas na MG total no mesmo grupo (Tabela 1).

Tabela 1 – Comparação da massa gorda total e regional de indivíduos com lesão medular cervical não ativos e ativos, determinadas por DXA, utilizando TL como covariável.

	Não ativos (n=10) Média ± DP	Ativos (n=15) Média ± DP	P
Massa Gorda (%)			
Total	35,9 ± 4.9	24,1 ± 5.6	< 0,001
Braços	28,9 ± 7.7	15,9 ± 4.6	< 0,001
Pernas	35,1 ± 5.1	27,6 ± 5.2	0,012
Tronco	40,5 ± 6.1	24,9 ± 7.6	< 0,001
Massa Gorda (kg)			
Total	26,3 ± 4.0	15,5 ± 4.9	< 0,001
Braços	2,5 ± 0.4	1,3 ± 0.4	< 0,001
Pernas	7,3 ± 1.2	5,6 ± 1.6	0,005
Tronco	15,4 ± 3.1	7,7 ± 3.1	< 0,001
MG tronco : MG total	0,58 ± 0.1	0,48 ± 0.1	0,006
MG pernas : MG total	0,28 ± 0,05	0,36 ± 0,05	0,006

Valores de p obtidos por ANCOVA, considerando TL como covariável.

Os indivíduos ativos apresentaram menores concentrações de PCR-us em relação aos não ativos ($0,5 \pm 1,2$ vs. $1,3 \pm 2,5$ mg/dL, respectivamente; $p = 0,01$). Tendo em vista o ponto de corte estabelecido como estado de inflamação aguda, ~13% dos indivíduos ativos e 40% dos indivíduos não ativos foram excluídos. Após a exclusão, os indivíduos ativos ($n=13$) permaneceram apresentando menores concentrações de PCR-us em relação aos não ativos ($n=6$) ($0,1 \pm 0,08$ vs. $0,3 \pm 0,11$ mg/dL, respectivamente; $p=0,001$). Considerando todo o grupo ($n=19$), e controlando pelo TL, foi observada correlação positiva entre a PCR-us e MG de tronco ($r=0,8$; $p<0,001$) e correlação negativa entre PCR-us e TEF ($r= - 0,5$; $p=0,01$).

A MLG representou em média 70% da massa corporal total para todos os participantes. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na MLG em valores absolutos, mas observamos maiores valores percentuais de MLG em braços ($p<0,001$), pernas ($p=0,01$), tronco ($p<0,001$) e total ($p<0,001$) no grupo ativo quando comparado ao grupo não ativo (dados não apresentados).

Foram observadas correlações negativas e significativas entre TEF e MG total e regional (kg e %), exceto de pernas (%) (**Tabela 2**). Houve correlação positiva e significativa entre TEF e MLG (%) nos braços ($r=0,49$; $p=0,007$), tronco ($r=0,45$; $p= 0,01$) e total ($r=0,45$; $p=0,01$) (dados não apresentados).

Tabela 2 – Correlação parcial entre massa gorda e o tempo de prática contínua de exercício desde a lesão, utilizando o tempo de lesão como variável de controle ($n=25$)

		TEF	
		r	p
Massa Gorda			
Total	Kg	- 0,48	0,009
	%	- 0,45	0,014
Braços	Kg	- 0,52	0,005
	%	- 0,50	0,007
Pernas	Kg	- 0,41	0,024
	%	- 0,28	0,093
Tronco	Kg	- 0,47	0,011
	%	- 0,45	0,015

$p<0,05$ considerado significativo

A comparação dos percentuais de MG total obtidos por DXA e BIA mostraram que as equações de predição de BIA propostas por Gray *et al* (1989) e Dey *et al* (2003), ambas utilizadas para idosos, apresentaram resultados semelhantes aos obtidos por DXA (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação entre percentual de massa gorda total obtido por DXA e pelas equações de predição de BIA aplicadas em indivíduos com lesão medular (n=22)

	Média ± DP	p
DXA	29,7 ± 7,8	-
KOCINA & HEYWARD, 1997	21,5 ± 6,8	0,006
DEY <i>et al</i> , 2003	24,3 ± 8,0	0,100
GRAY <i>et al</i> , 1989	29,7 ± 11,1	1,000

Valores de *p* obtidos por ANOVA one way e Dunnett pos teste

A concordância entre os métodos DXA e BIA pela análise de Bland-Altman mostrou que a equação de predição proposta por Gray *et al* (1989) apresentou maior intervalo entre os limites de concordância inferior e superior do que as demais equações de predição de BIA testadas. Contudo, a média da diferença (viés) entre os métodos foi próxima de zero somente quando avaliada a equação proposta por Gray *et al* (1989) (**Figura 4**).

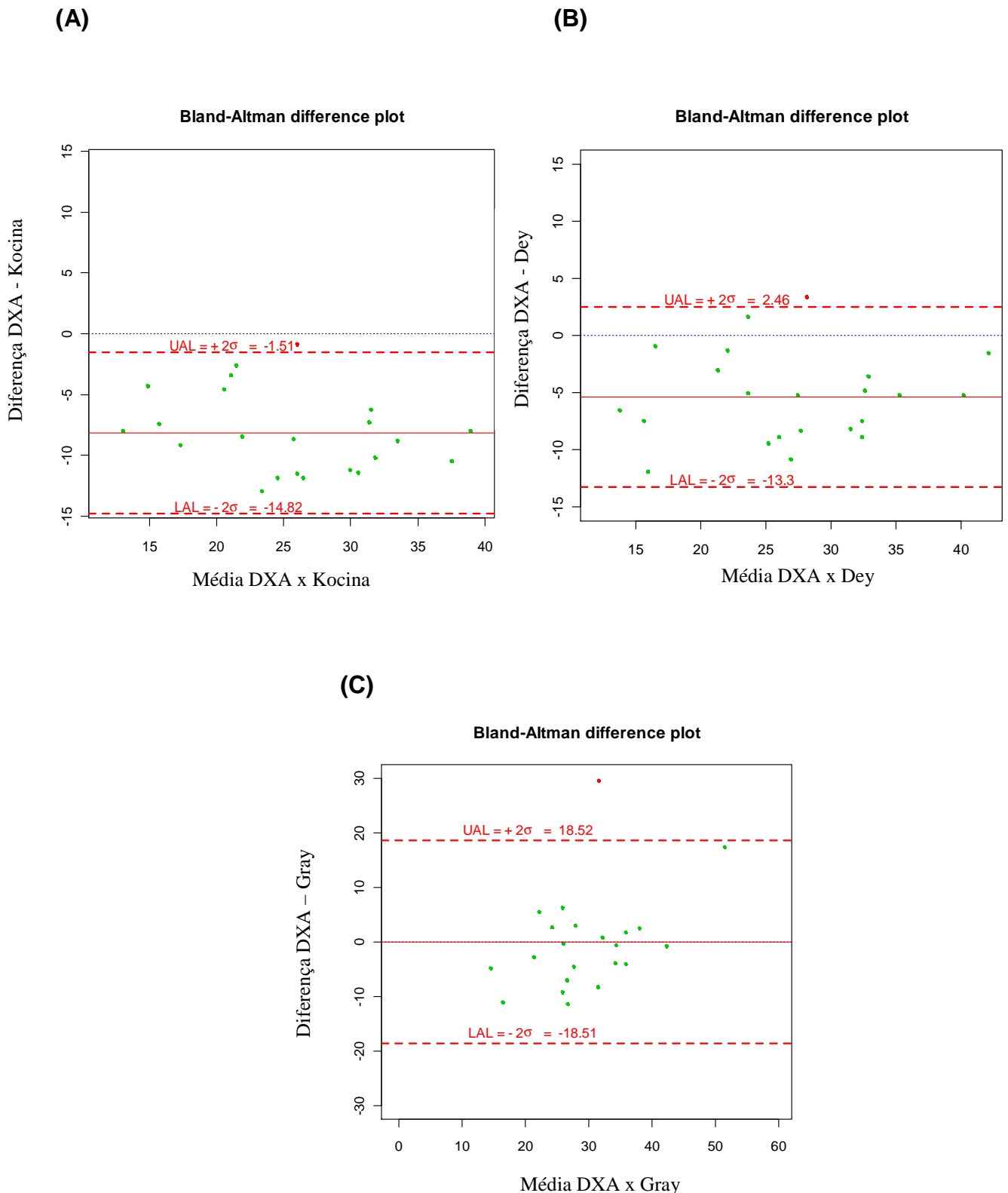


Figura 4: Concordância entre os métodos de avaliação da composição corporal pela análise de Bland-Altman. (A) DXA x Kocina, 1997; (B) DXA x Dey, 2003 ; (C) DXA x Gray, 1989. Diferença entre os percentuais de gordura dos dois métodos (eixo y), média do percentual de gordura dos dois métodos (eixo x), média da diferença entre os métodos (—) e limites de concordância superior e inferior (- - -). UAL (limite de concordância superior), LAL (limite de concordância inferior).

6 DISCUSSÃO

No presente estudo foi demonstrado que a composição corporal é influenciada pelo exercício físico em indivíduos com lesão medular cervical (LMc) e que equações de predição de BIA propostas para faixa etária que inclua idosos podem ser importantes ferramentas para avaliação da composição corporal de indivíduos com LMc.

Foram observados valores percentuais e absolutos significativamente menores de MG no grupo ativo em comparação ao não ativo. Buchholz *et al* (2009) não encontraram resultados semelhantes ao comparar o percentual de massa gorda total entre indivíduos ativos (n=16) e não ativos (n=7) com tetraplegia. Uma possível explicação para os resultados diferentes nos dois estudos é o diferente ponto de corte utilizado para considerar os indivíduos como “ativos”. Nós observamos correlação negativa entre TEF e MG total e regional, sugerindo que o tempo de prática contínua de exercício físico desde a lesão também deve ser levado em consideração ao avaliar o efeito do exercício físico sobre a MG de indivíduos com LMc.

A distribuição de gordura corporal não é uniforme em todos os indivíduos (ARNER, 1997) e está sob a influência do estilo de vida (HOROWITZ, 2003). Contudo o efeito do exercício físico sobre a MG regional não foi avaliado em indivíduos com LM considerando-se o gênero, idade, tempo e altura da lesão. No presente estudo a MG (% e kg) foi menor no grupo ativo em comparação ao grupo não ativo em todas as regiões do corpo. Além disso, as concentrações de gordura no tronco e pernas, relativas à gordura total, representaram 48% e 36%, respectivamente, no grupo ativo e 58% e 28%, respectivamente, no grupo não ativo. Estes dados mostram que ambos os grupos apresentaram, em média, 85% da gordura total concentrada em tronco e membros inferiores, a diferença pôde ser observada na distribuição da gordura, ou seja, na região onde a gordura se concentra. A distribuição de gordura corporal mais favorável no grupo ativo indica que a prática de exercício físico no mínimo 3 vezes por semana, por 18 meses e 13 horas semanais, em média, é suficiente para identificar adaptações positivas na composição corporal de indivíduos com LMc por mecanismos ainda não identificados claramente.

O método ultra-sensível de análise da PCR possibilita a avaliação do risco de desenvolvimento de eventos cardiovasculares com maior precisão. Os valores de referência utilizados são: < 0,1mg/dL baixo risco, 0,1 a 0,3mg/dL médio risco e > 0,3mg/dL alto risco (AHA/CDC, 2003). Embora ambos os grupos tenham apresentados concentrações de PCR-us

elevadas, os indivíduos ativos mantiveram menores concentrações de PCR-us mesmo após a exclusão daqueles com índices considerados como estado de inflamação aguda, corroborando a associação negativa entre a prática de exercício físico e concentração de PCR-us encontrada em estudos anteriores (LAKKA *et al*, 2005; KASAPIS *et al*, 2005; VIEIRA *et al*, 2009). Observa-se que após a exclusão, indivíduos ativos e não ativos estavam na faixa considerada médio risco de desenvolvimento de doença cardiovascular, contudo, cabe ressaltar a proximidade maior do grupo ativo à faixa considerada como baixo risco e a proximidade maior do grupo não ativo à faixa considerada como alto risco. Entre os indivíduos excluídos, a maioria (~66%) pertencia ao grupo não ativo. Considerando que a relação entre a PCR-us e o risco de surgimento de doenças é direta, independente das elevadas concentrações observadas, o grupo ativo possivelmente está mais protegido em relação ao grupo não ativo.

Morse e colaboradores (2008) encontraram correlação negativa entre o modo de locomoção de indivíduos com LM e a concentração de PCR. Quanto mais dependentes para a locomoção (cadeira motorizada x andador), ou seja, menor a atividade física, maior a concentração de PCR. No presente estudo, as correlações negativas entre TEF com a PCR-us (n=19) e com a MG de tronco (n=25), e a associação positiva observada entre PCR-us e MG de tronco sugerem que menores valores de MG de tronco, influenciados pelo tempo de prática de exercício, provavelmente contribuíram para menores concentrações de PCR-us.

A relação clara entre a prática de exercício físico, a melhora da distribuição de gordura com menor concentração no tronco e as concentrações reduzidas de PCR-us, possivelmente, levam à redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiometabólicas, importante causa de morte neste grupo.

Ao nosso conhecimento, nenhum estudo avaliou modificações da MLG em resposta ao exercício em indivíduos com tetraplegia. No presente estudo, os maiores valores percentuais de MLG, mas não absolutos, no grupo ativo, sugere que os exercícios físicos praticados pelos participantes não eram adequados para promover adaptações da MLG, mas ideais para gerar adaptações na MG. Contrariamente, Buchholz *et al* (2009) não encontraram diferenças no percentual de MLG total quando indivíduos tetraplégicos ativos e não ativos eram comparados. Contudo, ao incluir os indivíduos com paraplegia e avaliá-los como um único grupo, a diferença entre os grupos pôde ser observada com maiores percentuais de MLG (e menores percentuais de MG) no grupo ativo (BUCHHOLZ *et al*, 2009).

A utilização da tecnologia da DXA foi fundamental para obtenção de dados regionais da composição corporal neste estudo, contudo é necessário identificar métodos mais práticos e de mais fácil acesso para determinação da composição corporal de indivíduos com LM. Um

estudo recente com indivíduos com LM investigou a concordância entre DXA e diferentes equações de predição de BIA (MOJTAHEDI *et al*, 2009), mas não encontrou resultados satisfatórios. Embora uma equação de predição específica para indivíduos com LM tenha sido validada por Kocina & Heyward (1997), esta não especificou a altura e o tempo da lesão, tornando-se vulnerável a estas variáveis.

No presente estudo formulamos a hipótese de que a utilização de uma equação de predição de BIA para idosos seria adequada aos indivíduos com LM devido à similaridade da composição corporal. Nossos resultados confirmaram esta hipótese, uma vez que as equações de predição de BIA propostas por Gray *et al* (1989) e Dey *et al* (2003), ambas desenvolvidas para idosos, apresentaram resultados semelhantes de percentual de gordura, em média, quando comparados ao DXA. Além disso, a análise de Bland-Altman mostrou menor média da diferença quando a equação de predição proposta por Gray *et al* (1989) foi comparada ao DXA, embora tenha sido observado grande intervalo entre os limites superior e inferior de concordância, possivelmente devido ao tamanho da amostra. Uma possível justificativa para que a equação proposta por Gray *et al* (1989) mostre resultados mais próximos aos obtidos por DXA em relação aos demais é que esta equação foi validada em uma população composta por idosos e adultos, similar ao proposto no presente estudo. Os indivíduos com LMc apresentam idade cronológica de adultos, embora apresentem composição corporal semelhante à de idosos. Outra possibilidade é que a população do estudo de Gray *et al* (1989) apresentava grande variação no percentual de gordura, sendo portanto, um protocolo que atende também a obesos, condição comumente observada em indivíduos com LMc.

A ingestão dietética é um dado relevante para o acompanhamento da composição corporal, porém poucos estudos relatam os hábitos nutricionais de indivíduos com LMc. Recentemente Knight *et al* (2011) avaliaram a associação entre a prática de atividade física e a qualidade da dieta em indivíduos com LM e concluíram que não foi possível afirmar que indivíduos mais ativos possuem hábitos alimentares melhores. Hábitos alimentares apresentam grande variação geográfica e cultural, sendo difícil a comparação entre estudos. Apesar da importância de conhecer os hábitos dietéticos, o presente estudo não conseguiu determiná-los por dificuldades operacionais.

Considerando as publicações científicas atuais, sugerimos que sejam realizados estudos com maior tamanho amostral e com grupo homogêneo em relação à idade, gênero, localização da lesão medular, tipo e intensidade de exercício físico. Todos esses fatores influenciam a interpretação dos resultados.

7 CONCLUSÃO

Em conclusão, nossos resultados mostraram que o exercício físico é importante para manter menores valores de MG total e evitar acúmulo de gordura no tronco em indivíduos com LMc. Além disso, a melhor composição corporal e distribuição de gordura observada no grupo ativo, possivelmente levaram a menor concentração de PCR-us sérica. Juntas, estas adaptações provavelmente contribuem para a redução dos riscos de desenvolvimento de doenças cardiometabólicas em indivíduos com LMc.

Além disso, para avaliar o efeito do exercício físico, equações de predição de BIA propostas para idosos podem ser adequados para avaliação da composição corporal deste grupo, possivelmente devido à semelhança da modificação da composição corporal típica do envelhecimento e da LM.

REFERÊNCIAS

ABEL T, *et al.* Energy expenditure in ball games for wheelchair users. *Spinal Cord*. v.0, 000–000, 2008.

ALBANESE CV, DIESSEL E, GENANT HK. Clinical Applications of Body Composition Measurements Using DXA *Journal of Clinical Densitometry*, v. 6, n. 2, p. 75–85, 2003.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand - Exercise and Physical Activity for Older Adults, 2009.

ANNEKEN V, *et al.* Influence of physical exercise on quality of life in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord*. V.48, p.393-399, 2010.

ARNER P. Obesity and the adipocyte: regional adiposity in man. *Journal of Endocrinology* v.155, p.191-192, 1997.

BLAND JM, ALTMAN D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. p.307-10, 1986.

BOYKO EJ, *et al.* Visceral adiposity and risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care* v.23, p.465–471, 2000.

BRANCO F., CARDENAS DD., SVIRCEV JN. Spinal Cord Injury: A comprehensive review. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, v.18, p. 651–679, 2007.

BUCHHOLZ AC, *et al.* Greater daily leisure time physical activity is associated with lower chronic disease risk in adults with spinal cord injury. *Appl Physiol. Nutr. Metab* v.34, p.640-647, 2009.

BUCHHOLZ AC, MCGILLIVRAY CF, PENCHARZ PB. The use of bioelectric impedance analysis to measure fluid compartments in subjects with chronic paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil* v.84, p.854-61, 2003.

CASTRO M, *et al.* Influence of complete spinal cord injury on skeletal muscle within 6 mo of injury. *Eur J Appl Physiol* v.86, p.350-358, 1999.

CEFALU WT, *et al.* Contributions of visceral fat mass to the insulin resistance of aging. *Metabolism* v.144, n.7, p.954-959, 1995.

CHURCH TS, *et al.* Exercise without weight loss does not reduce C-reactive protein: The INFLAME study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. V 42, n.4, p.708-716, april 2010.

DESPOINT JC, *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.

DESPRÉS JP. Cardiovascular Disease Under the Influence of Excess Visceral Fat. *Crit Pathways in Cardiol*, v.6, p.51–59, 2007.

DEVILLARD X, *et al.* Effects of training programs for spinal cord injury. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. V.50, p.490-498, 2007.

DEY DK, *et al.* Body composition estimated by bioelectrical impedance in the Swedish elderly. Development of population-based prediction equation and reference values of fat-free mass and body fat for 70- and 75-y olds. *European Journal of Clinical Nutrition* v.57, p.909–916, 2003 apud RECH CR *et al.* Validation of Bioelectrical Impedance for the Prediction of Fat-free Mass in Brazilian Elderly Subjects. *Arq Bras Endocrinol Metab* v.52, n.7, p.1163-1171, 2008.

DIONYSSIOTIS Y, *et al.* Body composition in paraplegic men. *Journal of clinical densitometry: assesment of skeletal health*. V.11, n.3, p.437-443, 2008.

DITOR DS, *et al.* Maintenance of exercise participation in individuals with spinal cord injury: effects on quality of life, stress and pain. *Spinal Cord* v. 41, p.446–450, 2003.

DONGES CE, DUFFIELD R, DRINKWATER EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. V 42, n.2, p.304-313, february, 2010.

DUREN DL, *et al.* Body composition methods: Comparisons and interpretation. *J Diabetes Sci Technol* v.2, n.6, p.1139-1146, 2008.

EDWARDS LA, BUGARESTI JM, BUCHHOLZ AC. Visceral adipose tissue and the ratio of visceral to subcutaneous adipose tissue are greater in adults with than in those without spinal cord injury, despite matching waist circumferences. *Am J Clin Nutr*, v.87, p.600–7, 2008.

FORSYTHE LK, *et al.* Obesity and inflammation: the effects of weight loss. *Nutrition Research Reviews*, v. 21, p. 117–133, 2008.

GARSHICK E. *et al.* A prospective assessment of mortality in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*, v. 43, p. 408-416, 2005.

GARSTANG SV, MILLER-SMITH AS. Autonomic Nervous System Dysfunction After Spinal Cord Injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, v.18, p.275–296, 2007.

GATER DR. Obesity after Spinal Cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N AM* v.18, p.333-351, 2007.

GORGEY AS; MATHER KJ; GATER DR. Central adiposity associations to carbohydrate and lipid metabolism in individuals with complete motor spinal cord injury. *Metabolism Clinical and Experimental*. Set v.24, 2010.

GRAY DS *Et al.* Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* v.50, p.255-60, 1989.

HEYWARD VH, STOLARCZYK LM. *Avaliação da composição corporal aplicada*. 1ªed, São Paulo, Editora Manole, 2000.

HICKS AL, *et al.* Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. *Spinal Cord*. v.41, p.34 - 43, 2003.

HIRAKATA VN, CAMEY AS. Análise de concordância entre métodos de bland-altman *Rev HCPA* v.29, n.3, p.261-269,2009.

HOROWITZ JF. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Endocrinology and Metabolism* v.14, n.8, p.386-392, 2003.

HOUTKOOPER LB, *et al.* Prediction of fat-free body corrected for bone mass from impedance and anthropometry in adult females. *Med Sci Sports Exerc* v.21, p. S39 (abstract), 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico: características gerais da população, 2000.

INUKAI Y. *et al.* Assessment of total and segmental body composition in spinal cord-injured athletes in Okayama prefecture of Japan. *Acta Med. Okayama*, v.60, n.2, p.99-106, 2006.

JACKSON AB *et al.* A Demographic Profile of New Traumatic Spinal Cord Injuries: Change and Stability Over 30 Years. *Arch Phys Med Rehabil.* V. 85, November 2004.

JACOBS PL, NASH MS. Exercise Recommendations for Individuals with Spinal Cord Injury. *Sports Med*, v.34 n.11, p.727-751, 2004.

JONES LM, GOULDING A, GERRARD DF. DEXA: a practical and accurate tool to demonstrate total and regional bone loss, lean tissue loss and fat mass gain in paraplegia. *Spinal Cord* v. 36 p. 637-640, 1998.

KARLSSON AK, *et al.* Regulation of lipolysis by the sympathetic nervous system: a microdialysis study in normal and spinal cord injured subjects. *Metabolism* v.46, n.4, p. 388-394, 1997.

KASAPIS C, THOMPSON PD. The Effects of Physical Activity on Serum C-reactive Protein and Inflammatory Markers: A systematic review. *Journal of the American College of Cardiology.* V. 45, n.10, p.1563-1569, 2005.

KNIGHT KH, *et al.* Leisure-time physical activity and diet quality are not associated in people with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 49, 381-385, 2011.

KOCINA P. Body composition of spinal cord injured adults. [Review]. *Sports Medicine* v. 23, p.48-60, 1997.

KOCINA PS; HEYWAD VH. Validation of a bioimpedance equation for estimating fat free mass of spinal cord injured adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1997 v.29, n.5, p.55, 1997.

KOENIG W, *et al.* C-Reactive Protein, a Sensitive Marker of Inflammation, Predicts Future Risk of Coronary Heart Disease in Initially Healthy Middle-Aged Men. Results From the MONICA (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease) Augsburg Cohort Study, 1984 to 1992. *Circulation* v.99, p.237-242, 1999.

KYLE UG *et al.* Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*. v.23, p.1226-1243, 2004.

KYLE UG *et al.* Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*. v.23, p.1430-1453, 2004.

LAKKA TA, *et al.* Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in health adults: the HERITAGE Family study. *European Heart Journal*. v.26, p.2018-2025, 2005.

LANNEM AM, *et al.* Incomplete spinal cord injury, exercise and life satisfaction. *Spinal Cord*. v.47, p.295–300, 2009.

LAVIE CJ, *et al.* Obesity and cardiovascular disease. *Journal of the American College of Cardiology*. v.53, p.1925–32, 2009.

MACHADO A. *Neuroanatomia Funcional*. 2ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2000, 362p.

MAGGIONI M. *et al.* Body composition assessment in spinal cord injury subjects. *Acta Diabetologica*, v.40, S183-186, 2003.

MARTIN GINIS KA, *et al.* Establishing evidence-based physical activity guidelines: methods for the Study of Health and Activity in People with Spinal Cord Injury (SHAPE SCI). *Spinal Cord* v.46,p. 216–221, 2008.

MARUYAMA Y, *et al.* Serum leptin, abdominal obesity and the metabolic syndrome in individuals with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. p.1-6, 2008.

McARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL. *Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano*. 5ªed. Editora: Guanabara Koogan, 2001.

McDONALD CM. *et al.* Body mass index and body composition measures by dual energy X-ray absorptiometry in patients aged 10 to 21 years with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. v.30 S97-S104, 2007.

MOJTAHEDI MC, VALENTINE RJ, EVANS EM. Body Composition assessment in athletes with spinal Cord injury: comparison of field methods with dual-energy x-ray absorptiometry. *Spinal Cord* v.47, p.698-704, 2009.

MORSE LR, *et al.* Association between mobility mode and C-/reactive protein levels in men with chronic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* v.89, april, 2008.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT
CONFERENCE STATEMENT. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: *Am J Clin Nutr* v.64 p.(suppl):524S–32S, 1996.

National Spinal Cord Injury Statistical Center. *Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance*. Update 2010. Disponível em:
https://www.nscisc.uab.edu/public_content/pdf/Facts%20and%20Figures%20at%20a%20Glance%202010.pdf. Acesso: julho 2010.

NORMELL, L. A. Distribution of impaired cutaneous vasomotor and sudomotor function in paraplegic man. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. v. 138, p. 25–41, 1974.

OLIVE JL, McCully KK, Dudley GA. Blood flow response in individuals with incomplete spinal cord injuries. *Spinal Cord*. v.40, p.639 – 645, 2002.

OPPLIGER RA, *et al.* Bioelectrical impedance prediction of fat free mass for high school wrestlers validated. *Med Sci Sports Exerc* v.23, p.S73 (abstract), 1991.

PAOLILLO FR., PAOLILLO AR., JÚNIOR AC. Respostas cardio-respiratórias em pacientes com traumatismo raquimedular. *Acta ortop Brás*, v.13, n.3, 2005.

RECH CR *et al.* Validation of Bioelectrical Impedance for the Prediction of Fat-free Mass in Brazilian Elderly Subjects. *Arq Bras Endocrinol Metab* v.52, n.7, p.1163-1171, 2008.

REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO <<http://www.sarah.br/>> acesso em 19 de agosto de 2009.

ROUBENOFF R, *et al.* Use of dual energy X-ray absorptiometry in body composition studies: not yet a “gold standard”. *Am J Clin Nutr*. V.58, p.589-591, 1993.

SMITH SR, *et al.* Contributions of total body fat, abdominal subcutaneous adipose tissue compartments, and visceral adipose tissue to the metabolic complications of obesity. *Metabolism*. v. 50, n.4, p. 425-435, 2001.

SPUNGEN AM, *et al.* Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study. *Journal of Applied Physiology* v. 95 p. 2398 – 2407, 2003.

SPUNGEN AM, *et al.* Measurements of body fat in individuals with tetraplegia: a comparison of eight clinical methods. *Paraplegia* v.33, p. 402-408, 1995.

STEVENS SL, *et al.* Physical Activity and Quality of Life in Adults With Spinal Cord Injury. *J Spinal Cord Med*. v.31, p.373–378, 2008.

STOLARCZYK LM, *et al.* The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal *et al.*: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr* v.66, p.8–17, 1997.

ST-ONGE MP; GALLAGHER D. Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition*. v.26, n.2, p.152–155, 2010.

STORCH M. *et al.* Lipid profile in spinal cord-injured women with different injury levels. *Preventive Medicine*, v.40 p.321–325, 2005.

SUN G, *et al.* Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, health population. *The American Journal of Clinical Nutrition* v. 81, p.74-8, 2005.

SUTTON L, *et al.* Body Composition of Female Wheelchair Athletes. *Int J Sports Med*, v. 30 p. 259 – 265, 2009.

TAWASHY AE, *et al.* Physical activity is related to lower levels of pain, fatigue and depression in individuals with spinal-cord injury: a correlational study. *Spinal Cord* v.47, p.301–306, 2009.

TEIXEIRA L. *Atividade Física Adaptada: da teoria à prática*. 1ed. São Paulo: Phorte Editora, 2008, 446 p.

VIEIRA VJ, *et al.* Reduction in trunk fat predicts cardiovascular exercise training-related reductions in C-reactive protein. *Brain, Behavior and Immunity*. V.23, p.485-491, 2009.

WANG TD. *et al.* Circulating Levels of Markers of Inflammation and Endothelial Activation are Increased in Men with Chronic Spinal Cord Injury. *J Formos Med Assoc* v.106, n.11, p.919–928, 2007.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Nutrição
Departamento de Nutrição Básica e Experimental

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome: _____

Contato: _____

TRABALHO DE PESQUISA: Nutrição e exercício como ações para melhoria da qualidade de vida, condicionamento físico e saúde de indivíduos cadeirantes.

Você está sendo convidado(a) a participar de um projeto de pesquisa com o objetivo de estudar os benefícios da nutrição e da atividade física sobre indicadores bioquímicos de estresse oxidativo, lipidograma, liberação hormonal, microcirculação e saúde óssea. O estudo comparará os resultados obtidos em atletas deficientes físicos com aqueles obtidos em sedentários também deficientes. Com isso, pretendemos colaborar com orientações dietéticas e de atividade física para a melhor qualidade de vida e saúde de indivíduos que possuem predisposição a doenças geradas pelo sedentarismo e pela deficiência física. O estudo contará com coleta de dados a partir da aplicação de questionários e terá uma única coleta de sangue, medidas antropométricas, densitometria óssea, videocapilaroscopia. Dos dados coletados apenas a coleta de sangue é invasivo e será realizada por um profissional treinado e capacitado para tal atividade e em local apropriado. Será utilizado material descartável e todo o procedimento de assepsia será realizado. A área ao redor do local em que for inserida a agulha poderá ficar vermelha, um pouco inchada e porventura com pequeno hematoma, porém, sem risco à saúde do(a) voluntário(a). Todas as informações coletadas e obtidas, através de questionários e da análise bioquímica do sangue, serão mantidas em sigilo e não serão divulgadas isoladamente, e, sim como resultado conjunto, sem a possibilidade de identificação daqueles que participaram do estudo.

Esclarecemos, ainda, que este estudo não oferece risco algum para sua saúde e que não haverá despesas por parte dos participantes, nem mesmo retorno financeiro. Você terá acesso a todos os resultados das análises realizadas e caso deseje se retirar da pesquisa poderá fazê-lo, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo.

Declaro estar ciente das informações deste Termo de Consentimento e concordo voluntariamente em participar deste estudo, sabendo que poderei me retirar do mesmo a qualquer momento sem penalidade.

 Assinatura do (a) voluntário (a)

Data: ___ / ___ / ___

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do (a) voluntário (a) para participação no estudo.

 Assinatura do responsável pelo estudo

Data: ___ / ___ / ___

Profa. Dra. Josely Correa Koury (INU / UERJ) Telefone contato: 2587 – 7218 (99191082)
 Profa. Dra. Flavia Fioruci Bezerra (INU/UERJ) Telefone de contato: 2587 – 7218 (81693454)

Endereço para contato – R. São Francisco Xavier 524, sala 12034 blocoE. Maracanã
 Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3020, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2569-3490.

APÊNDICE B - Questionário para coleta de dados gerais**Nutrição e exercício como ações para melhoria da qualidade de vida,
condicionamento físico e saúde de indivíduos com tetraplegia.****Identificação:**

Nome: _____ Nº identificação: _____

Data de Nascimento: ___/___/___ Idade: _____

Escolaridade: _____

Telefone: _____ Email: _____

História Patológica Progressiva:

<input type="checkbox"/> HAS	<input type="checkbox"/> Obesidade	<input type="checkbox"/> Diabetes tipo 2
<input type="checkbox"/> AVC	<input type="checkbox"/> Câncer	<input type="checkbox"/> Trauma Muscular
<input type="checkbox"/> Doenças Cardiovasculares	<input type="checkbox"/> Hipercolesterolemia	<input type="checkbox"/> Trauma Articular
<input type="checkbox"/> Doenças Renais	<input type="checkbox"/> Hipertrigliceridemia	<input type="checkbox"/> Trauma Ósseo
<input type="checkbox"/> Doenças Pulmonares	<input type="checkbox"/> Hiperurecemia	<input type="checkbox"/> Escaras
<input type="checkbox"/> Doença Hepática	<input type="checkbox"/> Anemias	<input type="checkbox"/> Outras _____
<input type="checkbox"/> Diabetes tipo 1	<input type="checkbox"/> Cirurgias	

História Familiar:Câncer: pai mãe avós irmãosHAS: pai mãe avós irmãosDiabetes: pai mãe avós irmãosObesidade: pai mãe avós irmãosAVC: pai mãe avós irmãos**História Social:**

Atividade profissional: _____ Carga Horária: _____

Situação Conjugal: casado solteiro separado viúvoTem enfermeiro/acompanhante: sim nãoTabagismo: sim não Etilismo: sim nãoAnabolizantes: sim não Quais: _____Suplementos Nutricionais: sim não Quais: _____

História da lesão medular:

Data da lesão: _____ Idade quando ocorreu a lesão: _____

Etiologia da lesão: _____

Altura da lesão: _____ Tipo de lesão: _____

Comprometimento de quais membros: _____

Placa metálica em alguma parte do corpo: () sim () não Onde: _____

Histórico de Atividades Físicas:

	Horas por dia	Dias por semana
Tempo gasto assistindo TV		
Tempo gasto no computador		
Tempo gasto em atividades ao ar livre		
Tempo gasto com exercício físico		
Tempo gasto com treino para o rugby		

Há quantos anos pratica o rugby competitivo: _____

Praticava alguma atividade física antes da lesão: () sim () não Qual: _____

Fatores de Estresse metabólicos:

() Cirurgias () Traumas () Infecção

Medicação de uso frequente:

Nome da droga	Dose	Início em:

Outros:

Exposição ao sol: () sim () não

Tempo médio de exposição ao sol por dia: _____

Uso de protetor solar: () sim () não Qual fator de proteção: _____

APÊNDICE C – Artigo

Editorial Manager(tm) for European Journal of Applied Physiology
Manuscript Draft

Manuscript Number:

Title: FAT MASS DISTRIBUTION AND SERUM C-REACTIVE PROTEIN LEVEL ARE IMPROVED IN PHYSICALLY ACTIVE CERVICAL SPINAL CORD INJURY SUBJECTS.

Article Type: Original Articles

Keywords: Fat mass. Physical exercise. Spinal cord injury. C-reactive protein.

Corresponding Author: Josely Correa Koury, PhD

Corresponding Author's Institution:

First Author: Giselle Louise Cerqueira d'Oliveira, M.D.

Order of Authors: Giselle Louise Cerqueira d'Oliveira, M.D.;Flavia Fioruci Bezerra, PhD;Josely Correa Koury, PhD

Abstract: The purpose of this study was to evaluate the influence of physical exercise on total and regional body composition (BC) in men with cervical spinal cord injury (SCI) and its relationship with C-reactive protein (CRP) level. Also, to identify a bioelectric impedance (BIA) protocol that provides results in agreement with those obtained by the reference method - dual energy X-ray absorptiometry (DXA). Participants (n=25) were classified as physically active (n=15) or non active (n=10) and groups were similar to age, level of injury (C5-C7) and sex (male). We tested three BIA protocols to compare to DXA results. Our results showed that active group presented 48% lower fat mass (FM) in arms, 50% in trunk, 23% in legs (p=0,005) and 17% in Trunk FM : Total FM ratio (p=0,006). CRP was lower in the active group and correlated with trunk FM and physical activity. BIA protocols proposed for elderly showed similar results of %FM to those obtained by DXA. In conclusion, physical activity is important to the maintenance of lower levels of FM in whole body and to avoid trunk FM accumulation in cervical SCI subjects. The best BC and FM distribution found in active group lead to lower CRP level and these adaptations possibly decrease the risk of developing cardiometabolic diseases that are important causes of death in this population. An elderly BIA protocol appeared to be useful for BC assessment of cervical SCI subjects possibly due to the similarities in BC adaptations typical of aging and SCI.

Suggested Reviewers: Andrea Buchholz
abuchhol@uoguelph.ca
She publishes excellent articles about this tema.

Carmen Marino Donangelo
cmdonangelo@gmail.com
She is excellent researcher.

Opposed Reviewers:

Cover Letter

[Click here to download Cover Letter: Cover letter EJAP.doc](#)

To Editor-in-Chief: Susan A. Ward
European Journal of Applied Physiology

Rio de Janeiro, December 8th 2010.

Dear Susan A. Ward,

We are submitting the manuscript "**FAT MASS DISTRIBUTION AND SERUM C-REACTIVE PROTEIN LEVEL ARE IMPROVED IN PHYSICALLY ACTIVE CERVICAL SPINAL CORD INJURY SUBJECTS**", by Giselle Louise C. d'Oliveira, Flavia Fioruci Bezerra and Josely Correa Koury, to be considered for publication in the European Journal of Applied Physiology.

The manuscript presents original data on influence of physical exercise on total and regional body composition in men with cervical spinal cord injury (cSCI) and its relationship with C-reactive protein level. We compared a physically active group with a non active group matched for age, sex and level of injury. Our results showed that physically active cSCI men presented best fat mass distribution and lower serum C-reactive protein level than non active cSCI men. We also hypothesized that a bioelectric impedance (BIA) protocol developed for elderly population could be adequate to SCI individuals due to the similar adaptation in body composition. Confirming our hypotheses, the results showed that BIA protocols proposed for elderly individuals, presented similar results for total fat mass (%) when compared to the reference method - dual energy X-ray absorptiometry.

The authors accept the conditions laid down in the Submission Guidelines, and the submission represents original work that has not been published previously and which is not currently being considered by another journal. If accepted for the European Journal of Applied Physiology it will not be published elsewhere in the same form, in English or any other language, without the written consent of the Editor-in-Chief. The authors declare that there are no conflicts of interest and that each author has read and approved the contents of the submitted manuscript.

Sincerely,

Josely Correa Koury
Instituto de Nutrição
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil

Manuscript[Click here to download Manuscript: Manuscript EJAP.doc](#)[Click here to view linked Reference](#)

1 **FAT MASS DISTRIBUTION AND SERUM C-REACTIVE PROTEIN LEVEL ARE IMPROVED IN**
2 **PHYSICALLY ACTIVE CERVICAL SPINAL CORD INJURY SUBJECTS.**

3
4
5
6
7 GLC d'OLIVEIRA¹, FF BEZERRA¹, JC KOURY¹

8
9 1 – Instituto de Nutrição, Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Brasil

10
11 Corresponding author: JC KOURY.

12 e-mail: jckoury@gmail.com

13 Telephone: 55 21 2334-0679 – R.218

14 FAX: 55 21 2334-0679 – R.203
15

16
17
18 **Abstract**

19
20 The purpose of this study was to evaluate the influence of physical exercise on total and regional body
21 composition (BC) in men with cervical spinal cord injury (SCI) and its relationship with C-reactive protein
22 (CRP) level. Also, to identify a bioelectric impedance (BIA) protocol that provides results in agreement with
23 those obtained by the reference method - dual energy X-ray absorptiometry (DXA). Participants (n=25) were
24 classified as physically active (n=15) or non active (n=10) and groups were similar to age, level of injury (C5-
25 C7) and sex (male). We tested three BIA protocols to compare to DXA results. Our results showed that active
26 group presented 48% lower fat mass (FM) in arms, 50% in trunk, 23% in legs (p=0,005) and 17% in Trunk FM :
27 Total FM ratio (p=0,006). CRP was lower in the active group and correlated with trunk FM and physical
28 activity. BIA protocols proposed for elderly showed similar results of %FM to those obtained by DXA. In
29 conclusion, physical activity is important to the maintenance of lower levels of FM in whole body and to avoid
30 trunk FM accumulation in cervical SCI subjects. The best BC and FM distribution found in active group lead to
31 lower CRP level and these adaptations possibly decrease the risk of developing cardiometabolic diseases that are
32 important causes of death in this population. An elderly BIA protocol appeared to be useful for BC assessment of
33 cervical SCI subjects possibly due to the similarities in BC adaptations typical of aging and SCI.
34

35 Keywords: Fat mass. Physical exercise. Spinal cord injury. C-reactive protein.
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61

Introduction

Individuals with spinal cord injury (SCI) undergo substantial changes in body composition including increased fat mass (FM) and decreased fat free mass (FFM) as a result of immobilization (Jones et al. 1998; Spungen et al. 2003) and impaired sympathetic nervous system (Normell 1974). These body composition changes can be regional (Jones et al. 1998) and have many consequences to health (Gater 2007; Maruyama et al. 2008). The association between body fat accumulation and the risk of developing diseases is well recognized but the correlation between chronic disorders and specifically subcutaneous and visceral fat has just recently been studied in SCI subjects (Gorgey et al. 2010). Visceral fat has been considered an independent risk factor for insulin resistance (Cefalu et al. 1995), type 2 diabetes (Boyko et al. 2000), cardiovascular disease (Després 2007) and inflammatory process identified by C-reactive protein (Koenig et al. 1999).

The body composition adaptations after SCI are similar to those observed in the process of aging that include FM increase, redistributed to central and visceral depots, and FFM decrease (Onge-St et al. 2010). This similarity could be an explanation for premature occurrence and also high prevalence of many age-associated disorders in individuals with SCI (Spungen et al. 2003).

The most effective strategy known to delay these body composition changes is regular physical activity controlled for frequency, duration and intensity (ACSM 2009). Therefore, the evaluation of training programs efficacy can be determined through the assessment of body composition. This can be used as an important tool for the appropriate guidance for clinical interventions and lifestyle changes (Sun et al. 2005).

Few accurate methods to assess the severe modifications of body composition in SCI subjects are currently available (Desport et al. 2000). Dual energy x-ray absorptiometry (DXA) has been widely used because this is a sensible method able to distinguish fat, lean and bone mass (Jones et al. 1998). However, DXA is not portable and is highly costly. On the other hand, methods such as bioelectric impedance analysis (BIA) are more affordable and portable and could be useful for SCI subjects (Kocina 1997).

Given the above limitations, we hypothesize that physical activity is a potent strategy to modify the total and regional body composition of cervical SCI subjects improving benefits for health; and that a BIA protocol designed to include elderly people would be appropriate for evaluating body composition in SCI individuals. Thus, the purpose of this study was to evaluate the influence of chronic physical exercise on total and regional body composition of men with cervical SCI, and its association with serum C-reactive protein level. Additionally, we aim to identify a BIA prediction protocol that shows concordant results with the standard DXA estimates.

Methods

Subjects

This study was approved by the Ethics Committee of Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Brasil (COEP052/2009) and written informed consent from each subject was obtained prior to data collection. Twenty-five male subjects with injury level between C5-C7 participated in this study and were classified as physically active (n=15) or non active (n=10). Individuals having a minimum of 150 minutes per week of exercise practice,

BIA prediction protocols were tested. Body composition estimates were determined using specific protocols: a) for SCI individuals (Kocina and Heyward, 1997), b) validated to elderly Brazilian men (Dey et al, 2003), d) for young adults and elderly (Gray et al, 1989).

Anthropometry

Length of subjects lying supine position on DXA table, was determined from the top of the head up to the bottom of the heel, by using a flexible non-elastic measuring tape (Sanny®, SP Brazil). Body weight was

1 measured to the nearest 0.1 kg with a wheelchair balance scale (SISPESA[®], RJ Brazil) with the subject in the
2 wheelchair. Then the wheelchair was weighed by itself and subtracted from the total weight.
3

4 5 6 *Sample collection and Laboratory assay*

7 Fasting blood samples (10 mL) were taken in the morning (8:00 AM) to obtain serum. High sensitive C-reactive
8 protein (hs-CRP) was measured by immunoturbidimetry. Participants were asked to do not practice exercise for
9 24 hours to avoid acute changes in hs-CRP levels. Six (n=2 active; n=4 non active) subjects presented acute
10 inflammation (hs-CRP levels > 0.5 mg/dL) and were excluded from the statistical analyses.
11
12

13 14 15 *Statistical analyses*

16 Normality of distribution was tested using the Kolmogorov-Smirnov test. Data are express as mean ±
17 standard deviation (SD). Comparisons of age, length and DOI between active and non active groups were
18 performed by independent *t*-tests. Body-weight, body composition and serum hs-CRP were compared between
19 groups by analysis of covariance adjusted to DOI.
20
21

22 Time of continuous practice of physical exercise since lesion (TPESI) was considered to verify the effect
23 of chronic physical exercise on body composition. Association between TPESI and body composition was
24 evaluated by partial correlation controlling for confounding variables identified by multiple regression. After a
25 stepwise multiple regression analysis using trunk FM (% and kg) as dependent variables and age, DOI and hours
26 per week of exercise as independent variables, only DOI appeared as a significant variable. Association of serum
27 hs-PCR with TPESI and with trunk FM was also performed by partial correlation considering DOI as the control
28 variable.
29
30
31

32 BIA protocols and DXA were compared by ANOVA one-way and Dunnett post-hoc test. Bland-Altman
33 plots were performed to test the agreement between the methods.
34
35

36 Statistical analyses were performed using SPSS for windows V.12.0 and *p* values ≤0,05 were considered
37 significant.
38
39

40 41 **Results**

42 Active and non active groups of individuals were similar in age (30 ± 8 vs. 36 ± 11 y, respectively) and
43 length (1,72 ± 0,07 vs. 1,72 ± 0,06 m). However, DOI (8 ± 7 vs. 15 ± 9 y; *p*=0,031) and total body mass (63,5 ±
44 9,4 vs. 73,3 ± 4,6 kg; *p*=0,004) were different between the groups. In the active group TPESI was on average 18
45 ± 8 mo and hours of exercise practice was 13 ± 6 h/wk.
46
47

48 Active group had significant lower total and regional FM (kg and %), considering DOI as covariate
49 (Table 1). Non active group presented 69.7% higher total FM, and 100% higher trunk FM in comparison to the
50 active group. Seven non active subjects (70%) presented more than 40% of trunk FM, while none of the active
51 individuals reached this percentage. Trunk FM:total FM ratio showed 21% higher contribution of trunk FM in
52 the whole body FM in non active subjects (Table 1).
53
54

55 Non active subjects (n=6) presented higher hs-CRP when compared to active subjects (n=13) (0.3+0.11
56 vs. 0.1+0.08 mg/dL; respectively, *p*=0,001). After controlling for DOI, hs-CRP was significantly correlated with
57 trunk FM (*r*=0.8; *p*<0.001) and with TPESI (*r*= - 0.5; *p*=0.01) in the entire group.
58
59
60
61

1 FFM represent an average of 70% of total body composition for all subjects. There were no differences
 2 in FFM (kg) between groups but we observed higher % FFM on arms ($p<0,001$), legs ($p=0,01$), trunk ($p<0,001$)
 3 and total ($p<0,001$) in the active group when compared to the non active group (data not shown).
 4

5 Negative and significant relationships were observed between TPESI and FM (kg and %) in whole-
 6 body and all regions, except legs (%) (**Table 2**). There were positive and significant relationships between
 7 TPESI and % FFM on arms ($r=0,49$; $p=0,007$), trunk ($r=0,45$; $p=0,01$) and total ($r=0,45$; $p=0,01$).
 8
 9

10 Gray et al (1989) and Dey et al (2003) BIA protocols showed % FM results similar to those obtained by
 11 DXA (**Table 3**). The agreement analysis between DXA and BIA protocols were performed by Bland-Altman
 12 plot. When compared to DXA, Gray et al (1989) BIA protocol showed larger interval between upper and lower
 13 agreement limits than the other BIA protocols tested. Nevertheless, the mean of the differences (bias) between
 14 methods approached zero only when Gray et al (1989) BIA protocol was assessed (**Figure 1**).
 15
 16
 17
 18
 19
 20

21 Discussion

22 In this study we report that body composition is influenced by physical exercise practice in cervical SCI
 23 subjects and that a BIA protocol designed for elderly may be a useful tool for body composition assessment in
 24 this population.
 25

26 We observed significant lower total FM in the active group than in the non active group not only in
 27 relation to total body mass, but also in absolute (Kg) FM. Buchholz et al (2009) did not found similar results
 28 when comparing active ($n=16$) and inactive ($n=7$) tetraplegic subjects. A possible explanation for the
 29 discrepancy between the studies is the different cut-point assumed to consider individuals as “active”. We
 30 observed a negative correlation between TPESI and FM, both total and regional, suggesting that the time of
 31 continuous practice of physical exercise since injury also has to be considered when evaluating the effect of
 32 physical activity on FM in cervical SCI subjects.
 33
 34
 35
 36

37 It is recognized that fat distribution is not uniform in the body for all individuals (Arner 1997) and is
 38 under influence of lifestyle (Horowitz 2003). However, the effect of physical exercise on regional FM has not
 39 been investigated in SCI subjects matched for level of injury, sex and age. In the present study, FM (% and kg)
 40 was lower in the active group in comparison to the non active group in all body regions. In addition, trunk FM
 41 represented 48% of total body FM (Kg) in the active group and 58% in the non active group indicating a better
 42 FM distribution in the active group, considering that trunk mass represents about 45% of total body mass
 43 (National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement, 1996). The more favorable FM
 44 distribution in the active subjects demonstrates that physical activity during 150 min/wk, three times per week or
 45 more, for at least three months is sufficient to promote positive changes in body composition in cervical SCI
 46 subjects by mechanisms not yet determined.
 47
 48
 49
 50
 51

52 The increased FM, specially in trunk, possibly lead to higher serum hs-CRP levels (Lemieux et al.
 53 2001) and has been associated with metabolic risk factors and coronary artery disease including in SCI subjects
 54 (Wang et al. 2007). In the present study, the lower trunk FM in the active group could contribute to lower CRP
 55 levels, which was corroborated by negative correlation between TPESI and CRP.
 56
 57
 58
 59
 60

5

61 The authors declare that there are no conflicts of interest and that each author has read and approved the contents
 51 of the submitted manuscript.
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61

References

- American College of Sports Medicine - ACSM (2009) Position Stand - Exercise and Physical Activity for Older Adults.
- Arner P (1997) Obesity and the adipocyte: regional adiposity in man. *J Endocrinol* 155: 191-192.
- Boyko EJ, Fujimoto WY, Leonetti DL et al (2000) Visceral adiposity and risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 23: 465-471.
- Buchholz AC, Martin Ginis KA, Bray SR, et al (2009) Greater daily leisure time physical activity is associated with lower chronic disease risk in adults with spinal cord injury. *Appl Physiol. Nutr. Metab* 34:640-647.
- Cefalu WT, Wang ZQ, Werbel S et al (1995) Contributions of visceral fat mass to the insulin resistance of aging. *Metabolism* 144(7): 954-959.
- Desport JC, Preux PM, Guinvarc'h S et al (2000) Total body water and percentage fat mass measurements using bioelectrical impedance analysis and anthropometry in spinal cord-injured patients. *Clin Nutr* 19(3):185-190.
- Després JP (2007) Cardiovascular disease under the influence of excess visceral fat. *Crit Pathways in Cardiol* 6:51-59.
- Dey DK, Bosaeus I, Lissner L et al (2003) Body composition estimated by bioelectrical impedance in the Swedish elderly. Development of population-based prediction equation and reference values of fat-free mass and body fat for 70- and 75-y olds. *Eur J Clin Nutr* 57:909-916. apud Rech CR et al (2008) Validation of Bioelectrical Impedance for the Prediction of Fat-free Mass in Brazilian Elderly Subjects. *Arq Bras Endocrinol Metab* 52 (7) 1163-1171.
- Gater DR (2007) Obesity after Spinal Cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N AM* 18: 333-351.
- Gorgey AS, Mather KJ, Gater DR (2010) Central adiposity associations to carbohydrate and lipid metabolism in individuals with complete motor spinal cord injury. *Metab Clin Exp* 24.
- Gray DS, Bray GA, Gemayel N et al (1989) Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* 50:25S-60. Printed
- Horowitz JF (2003) Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Endocrinol Metab* 14 (8) 386-392.
- Jones L.M, Goulding A, Gerrard D.F (1998) DEXA: a practical and accurate tool to demonstrate total and regional bone loss, lean tissue loss and fat mass gain in paraplegia. *Spinal Cord* 36: 637-640.
- Kocina P (1997) Body composition of spinal cord injured adults. [Review]. *Sports Medicine* 23: 48-60.
- Kocina P and Heyward VH (1997) Validation of a bioimpedance equation for estimating fat free mass of spinal cord injured adults. *Med Sci Sports Exerc* 29 (5) p.55.
- Koenig W, Sund M, Frohlich M et al (1999) C-Reactive Protein, a Sensitive Marker of Inflammation, Predicts Future Risk of Coronary Heart Disease in Initially Healthy Middle-Aged Men. Results From the MONICA (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease) Augsburg Cohort Study, 1984 to 1992. *Circulation* 99:237-242.
- Lemieux I, Pascot A, Prud'homme D et al (2001) Elevated C-reactive Protein: Another Component of the Atherothrombotic Profile of Abdominal Obesity. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 21:961-967.
- Maruyama Y, Mizuguchi M, Yaginuma T et al (2008) Serum leptin, abdominal obesity and the metabolic syndrome in individuals with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* p. 1-6.
- Mojtahedi MC, Valentine RJ, Evans EM (2009) Body Composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy x-ray absorptiometry. *Spinal Cord* 47: 698-704.
- National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement (1996). Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: *Am J Clin Nutr* 64(suppl):524S-32S.
- Normell LA (1974) Distribution of impaired cutaneous vasomotor and sudomotor function in paraplegic man. *Scand J Clin Lab Invest* 138:25-41.
- Spungen AM, Adkins RH, Stewart CA et al (2003) Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study. *J Appl Physiol* 95: 2398 - 2407.
- St-Onge MP and Gallagher D (2010) Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation?. *Nutrition* february 26(2): 152-155.
- Sun G, French CR, Martin GR et al (2005) Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, health population. *Am J Clin Nutr* 81: 74-8.
- Wang TD, Wang YH, Huang TS et al (2007) Circulating Levels of Markers of Inflammation and Endothelial Activation are Increased in Men with Chronic Spinal Cord Injury. *J Formos Med Assoc* 106(11):919-928.

Table

Table 1 – Fat mass distribution obtained by DXA and comparison between active and non active groups.

	Non active (n=10) Mean \pm SD	Active (n=15) Mean \pm SD	<i>p</i>
Fat Mass (%)			
Total	35.9 \pm 4.9	24.1 \pm 5.6	< 0.001
Arms	28.9 \pm 7.7	15.9 \pm 4.6	< 0.001
Legs	35.1 \pm 5.1	27.6 \pm 5.2	0.012
Trunk	40.5 \pm 6.1	24.9 \pm 7.6	< 0.001
Fat Mass (kg)			
Total	26.3 \pm 4.0	15.5 \pm 4.9	< 0.001
Arms	2.5 \pm 0.4	1.3 \pm 0.4	< 0.001
Legs	7.3 \pm 1.2	5.6 \pm 1.6	0.005
Trunk	15.4 \pm 3.1	7.7 \pm 3.1	< 0.001
Trunk FM : Total FM	0.58 \pm 0.1	0.48 \pm 0.1	0,006

p values obtained by ANCOVA, considering DOI as covariate.

Table 3 – Comparison between FM (%) obtained by DXA and BIA's protocols (n=22)

	Mean \pm SD	p
DXA	29,7 \pm 7,8	-
Kocina and Heyward, 1997	21,5 \pm 6,8	0,006
Dey et al. 2003	24,3 \pm 8,0	0,100
Gray et al. 1989	29,7 \pm 11,1	1,000

p values obtained comparing DXA and BIA's protocols by ANOVA one-way and Dunnett post hoc test.

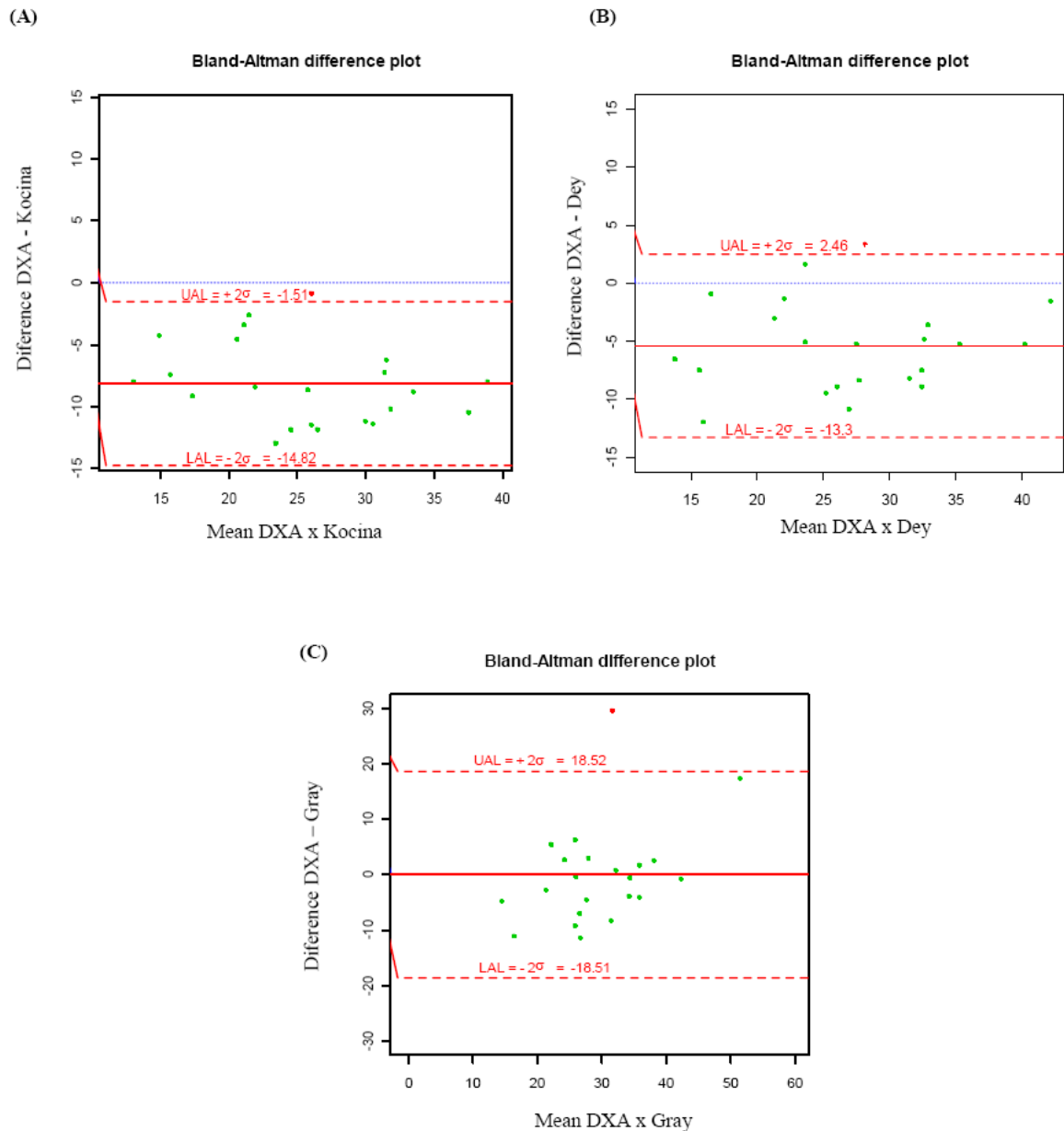


Figure 1: Agreement between methods of assessment of body composition by Bland-Altman plot. (A) DXA x Kocina and Heyward 1997; (B) DXA x Dey et al. 2003 ; (C) DXA x Gray et al. 1989.

The plot shows the difference between %FM obtained by the methods, the mean of %FM obtained by the methods, the mean of the difference of %FM between the methods (—) and upper and lower agreement limits (- - -).

APÊNDICE D – Produção em Eventos Científicos**“Nutrição e exercício como ações para melhoria da qualidade de vida, condicionamento físico e saúde de indivíduos com tetraplegia”**

UERJ SEM MUROS – 20ª edição Rio de Janeiro, RJ

Outubro de 2009

“Comparação de métodos de avaliação da composição corporal de indivíduos com lesão medular cervical”

d'Oliveira G. L. C., Chain A., Bezerra F. F., Koury J. C.

14º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, RJ

Revista de Educação Física – IPCFEx. 2010 n° 149 (48) p.31

Novembro de 2010

“Physical activity affects fat mass distribution and serum c-reactive protein in tetraplegic subjects”

d'Oliveira G. L. C., Chain A., Bezerra F. F., Koury J. C.

The 2nd International Congress on Abdominal Obesity 2011 – Buenos Aires, Argentina.

CMReJournal 2011 – v.4 (1) p. 20

Fevereiro de 2011

ANEXO A – Comissão de Ética em Pesquisa


Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Sr2
Comissão de Ética em Pesquisa – COEP

Rua São Francisco Xavier, 524, bloco E, 3º andar, sala 3018 - Maracanã.
 CEP 20550-900 – Rio de Janeiro, RJ.
 E - mail: etica@uerj.br - Telefone: (21) 2569-3490

PARECER COEP 052/2009

A Comissão de Ética em Pesquisa – COEP, em sua 5ª Reunião Ordinária em 18 de junho de 2009, analisou o protocolo de pesquisa nº. **027.3.2009**, segundo as normas éticas vigentes no país para pesquisa envolvendo sujeitos humanos e emite seu parecer.

Projeto de pesquisa – “Nutrição e exercício como ações para melhoria da qualidade de vida, condicionamento físico e saúde de cadeirantes”

Pesquisador Responsável: Josely Correa Koury

Instituição Responsável: Instituto de Nutrição - UERJ

Área do Conhecimento: 4:00 Ciências da Saúde – 4.05 Nutrição

Palavras-chave: cadeirantes, nutrição, exercício físico

Sumário: Este projeto pretende estudar os benefícios da nutrição e da atividade física sobre indicadores bioquímicos de estresse oxidativo, lipidograma, liberação hormonal, microcirculação e saúde óssea, comparando resultados obtidos em atletas deficientes físicos com aqueles obtidos em sedentários e também deficientes. A pesquisa envolverá 40 sujeitos.

Objetivo: O presente projeto visa identificar e comparar as adaptações metabólicas e, ósseas, hormonais e de microcirculação geradas pelo exercício, em sedentários e atletas cadeirantes através do uso de indicadores fisiológicos e bioquímicos.

Considerações Finais: A COEP considerou o projeto relevante, apresentando coerência interna desde a introdução, apoiado em bibliografia adequada à proposta do estudo. O TCLE é claro e de fácil compreensão. O curriculum dos pesquisadores estão adequados ao projeto proposto.

Após o atendimento à solicitação do Parecer COEP nº040/2009, a Comissão deliberou pela **aprovação** do projeto.

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - **previsto para agosto de 2010**, para cumprir o disposto no item VII. 13.d da RES. 196/96/CNS. Além disso, a COEP deverá ser informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Situação: Projeto Aprovado

Rio de Janeiro, 07 de agosto de 2009.

Prof. Dr. Olinto Pegoraro

Coordenador da Comissão de Ética em Pesquisa - UERJ

ANEXO B – Submissão do artigo científico

----- Forwarded message -----

From: **European Journal of Applied Physiology** <raj.kumar@springer.com>

Date: 2010/12/8

Subject: EJAP: Submission Confirmation for FAT MASS DISTRIBUTION AND SERUM C-REACTIVE PROTEIN LEVEL ARE IMPROVED IN PHYSICALLY ACTIVE CERVICAL SPINAL CORD INJURY SUBJECTS.

To: Josely Correa Koury <jckoury@gmail.com>

Dear Dr. Koury,

Your submission entitled "FAT MASS DISTRIBUTION AND SERUM C-REACTIVE PROTEIN LEVEL ARE IMPROVED IN PHYSICALLY ACTIVE CERVICAL SPINAL CORD INJURY SUBJECTS." has been received by journal European Journal of Applied Physiology

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an author. The URL is <http://ejap.edmgr.com/>.

Your manuscript will be given a reference number once an editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to European Journal of Applied Physiology.

Best wishes,

Editorial Office

European Journal of Applied Physiology