

## **Métodos de avaliação da composição corporal de adultos com lesão medular: uma revisão**

### **Methods for the assessment of body composition of spinal cord injured adults: a review**

Leandro Martinez Vargas  
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Ponta Grossa – Brasil  
[leandro.vargas@uol.com.br](mailto:leandro.vargas@uol.com.br)

Jane Domingues de Faria Oliveira  
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp – Campinas – Brasil  
[janedfo@gmail.com](mailto:janedfo@gmail.com)

Thaiane Moleta Vargas  
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Ponta Grossa – Brasil  
[thaiane\\_moleta@yahoo.com.br](mailto:thaiane_moleta@yahoo.com.br)

Gustavo Luis Gutierrez  
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp – Campinas – Brasil  
[gutierrez@fef.unicamp.br](mailto:gutierrez@fef.unicamp.br)

José Irineu Gorla  
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp – Campinas – Brasil  
[gorla@fef.unicamp.br](mailto:gorla@fef.unicamp.br)

#### **Resumo**

Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão na literatura acerca dos métodos de avaliação da composição corporal (CC) de indivíduos acometidos de lesão medular completa. Foram realizadas buscas em artigos publicados entre 2002 e 2013 que envolvessem pesquisas exploratórias (longitudinais ou transversais). Foi realizada uma revisão sistemática nas bases eletrônicas de dados multidisciplinares – Web of Science e Scopus, que integram as bases eletrônicas: Medline, Pubmed, Lilacs, Portal Scielo, SciVerse e Bireme. Os descritores pesquisados foram construídos com base na estratégia P.I.C.O. e relacionaram-se com as seguintes palavras: lesão na medula espinhal, quadriplegia ou tetraplegia, paraplegia e composição corporal (em português e inglês). Foram encontrados um total de 108 artigos. Desses, 30 artigos foram classificados como exploratórios e se enquadraram nos critérios de inclusão. Dentro dessa magnitude de métodos e instrumentos capazes de avaliar a CC de indivíduos com lesão medular, pode-se concluir que: os profissionais da área da saúde que utilizam métodos de avaliação da CC o fazem para obterem estratégias e/ou intervenções mais adequadas para essa população; os mesmos estão atentos as especificidades dos instrumentos/equipamentos que permitem a avaliação direta da CC e os possíveis equívocos ligados a estimação de componentes corporais de indivíduos com lesão medular; ademais, conhecem a fidedignidade dos resultados das avaliações antropométricas. Alguns estudos indicam que

a soma de pregas cutâneas e o arcabouço corporal são parâmetros que, se mensurados de forma correta, podem gerar resultados satisfatórios.

**Palavras-chave:** métodos de avaliação, composição corporal, lesão na medula espinhal, tetraplegia, paraplegia.

## **Abstract**

This study aim to review the literature about the methods for the assessment of body composition of spinal cord injured adults, with emphasis on the scientific criteria of authenticity and through it to indicate the methods commonly used in exploratory studies (longitudinal or transverse) published between 2002 and 2013. A systematic review of the literature was done in multidisciplinary electronic databases - Web of Science and Scopus, which integrate electronic databases: Medline, Pubmed, Lilacs, SciELO Portal, and SciVerse Bireme. The investigated descriptors were constructed based on the PICO strategy and correlated with the following words: spinal cord injury AND quadriplegia or tetraplegia OR paraplegia OR body composition (in Portuguese and English). We found a total of 108 articles. Of these, 30 articles were classified as exploratory and fulfilled the inclusion criteria. Within this magnitude of methods and tools to evaluate the body composition of individuals with spinal cord injury, we can conclude the following: the health professionals use these methods to make to obtain strategies and / or most appropriate interventions for this population; they are aware of the accuracy of the instruments and possible misconceptions related to the estimation of body components for individuals with spinal cord injury; know the reliability of the results of anthropometric assessments. Some studies indicate that BMI does not serve as a variable in order to diagnose excess body fat in these populations, while the sum of skinfolds and body framework are parameters that, if measured correctly, can generate satisfactory results.

**Keywords:** assessment methods, body composition, spinal cord injury, quadriplegia, paraplegia.

## **1. Introdução**

Em 2005, haviam em todo o mundo uma proporção de, aproximadamente, 900 a 1000 indivíduos com algum tipo lesão medular completa (tetraplégicos e paraplélicos) por milhão de pessoas. Os jovens do gênero masculino e em idade produtiva (18-35 anos) são os que apresentam maior risco de serem acometidos por este tipo lesão, principalmente às do tipo traumáticas provocadas por ferimentos com arma de fogo, acidentes de trânsito, mergulhos e quedas (80%). Dentre as causas não traumáticas (20%) destacam-se os tumores e as doenças infecciosas, vasculares e degenerativas (MIGUEL; KRAYCHETE, 2009).

Lesados medulares apresentam condições morfológicas peculiares que os diferem das pessoas sem lesão, dentre as quais estão incluídas as modificações agudas e crônicas na composição corporal (CC). A CC é a proporção entre os diferentes componentes corporais e o peso corporal total, sendo normalmente expressa pelas porcentagens de gordura, de massa magra ou massa livre de gordura e massa óssea (FRONTERA; DAWSON; SLOVIK, 2003).

Após a lesão o indivíduo experimenta uma rápida atrofia da massa muscular devido à incapacidade de mobilizar as fibras musculares dos membros paralisados, e ganhos acentuados de tecido adiposo (JONES; LEGGE; GOULDING, 2003, ELDER et al., 2004; EDWARDS et al., 2008; CRANE et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011), principalmente durante os três primeiros meses, que se caracterizam como a fase aguda da lesão (GORGEY; DUDLEY, 2006). Ainda, a falta de contração muscular abaixo do nível da lesão somada à mudanças vasculares causadas no sistema autônomo provocam uma

perda de massa óssea progressiva, devido à dificuldade na absorção de cálcio e, como consequência, desencadeia-se um quadro de osteoporose (GORGATTI; BOHME, 2005; GIANGREGORIO; MCCARTNEY, 2006; JIANG; DAI; JIANG, 2006; YILMAZ et al., 2007; GRIFFIN et al., 2009).

Após a fase aguda da lesão, essas alterações na CC ainda são observadas, causadas principalmente pela diminuição da massa livre de gordura, como também pela disfunção do sistema autônomo simpático, disfunção cardiopulmonar, redução da capacidade de trabalho, diminuição dos hormônios anabólicos e redução da habilidade de recrutar uma grande quantidade de fibras musculares nos membros paralisados (BUCHHOLZ; MCGILLIVRAY; PENCHARZ, 2003; SPUNGEN et al., 2003; BAUMAN et al., 2004; GORGATTI; BOHME, 2005; GATER; CLASEY, 2006). Quando somadas, todas essas condições resultam em uma severa modificação na CC, que independem de hábitos de vida como atividade física, condição nutricional e pré-disposição genética (JACOBS; NASH, 2004; LIU et al., 2007).

Os riscos em potencial envolvidos com essas mudanças na CC refletem diretamente em implicações sobre a saúde dos indivíduos com lesão medular. Há evidências de que essas pessoas estão mais propensas a doenças coronárias, diabetes *melitus* e fratura nos ossos em decorrência das alterações neurológicas e físicas sofridas. Outras séries de alterações neuromusculares, esqueléticas, hormonais, metabólicas e psicológicas surgem após a lesão medular, como por exemplo: incontinência urinária, descontrole das funções intestinais, espasticidade, redução da ventilação pulmonar, disfunção do sistema de termorregulação, úlceras (escaras) e distúrbios no retorno venoso (FRONTERA; DAWSON; SLOVIK, 2003). Condições estas que comprometem tanto a saúde como a qualidade de vida de qualquer indivíduo (GORGATTI; BOHME, 2005).

Considerando-se a relação entre a lesão medular e a modificação da CC, enfatiza-se a importância da avaliação da CC em pessoas imobilizadas (EDWARDS et al., 2008; GORGEY et al., 2010; CRANE et al., 2011; DOLBOW et al., 2012), principalmente para averiguar a taxa de redução da massa magra corporal, que é uma variável relacionada ao risco nutricional (GRIFFIN et al., 2009; GORGEY et al., 2012; GORGEY; DOLBOW; GATER, 2012; DIONYSSIOTIS, 2012) e, por ser considerado a principal reserva de proteínas corporais, é responsável pelo direcionamento da produção de anticorpos, a cicatrização de feridas e a produção de células brancas do sangue, tanto em lesões agudas como crônicas (RIBEIRO et al., 2011; DIONYSSIOTIS, 2012). Logo, se ocorre uma depleção abrupta do músculo esquelético, isto significa menor quantidade de proteínas que garantem um estado nutricional adequado e a saúde do sistema imunológico.

Logo, a avaliação da CC visa, primordialmente, programar medidas profiláticas que promovam a restauração dos componentes corporais que se encontram de modo anormal e oferecem riscos metabólicos e cardiovasculares, como o caso de indivíduos acometidos de lesão medular, que possuem uma tendência hiperinsulinêmica e de dislipidemia, aumento da gordura visceral, alterações na hidratação, na massa muscular, nas proteínas e nos minerais ósseos (MAGGIONI et al., 2003; CLASEY; GATER, 2005; GORGEY et al., 2011).

Face ao exposto, este estudo tem como objetivo revisar os métodos de avaliação da CC de indivíduos acometidos de lesão medular completa, dando ênfase aos critérios de autenticidade científica, e apontar para os métodos comumente utilizados em pesquisas exploratórias (longitudinais ou transversais), publicadas entre 2002 e 2013.

## 2. Materiais e Métodos

A presente pesquisa classifica-se como revisão bibliográfica, através da qual foram feitas análises, avaliações críticas e a integração dos conceitos acerca dos métodos de avaliação da CC em indivíduos tetraplégicos e paraplégicos.

Foram selecionadas duas Bases de Dados, ambas multidisciplinares – Web of Science e Scopus, que integram as bases eletrônicas: Medline, Pubmed, Lilacs, Portal Scielo, SciVerse e Bireme. Os descritores pesquisados foram construídos com base na estratégia P.I.C.O. (paciente, intervenção, controle e *outcome*/desfecho) e relacionaram-se com as seguintes palavras: “lesão”; “medula espinhal”, “quadriplegia” ou “tetraplegia”, “paraplegia” e “composição corporal”. A pesquisa limitou-se aos idiomas português e inglês e aos estudos realizados no período entre 2002 e 2013. A busca foi conduzida em maio de 2015.

Os critérios de inclusão foram: estudos de seguimento populacionais (prospectivos ou retrospectivos); acerca da CC de indivíduos acometidos de lesão medular completa (paraplégicos e tetraplégicos); exploratórias, transversais e longitudinais; que utilizaram métodos de avaliação da CC, como DEXA, Bioimpedância, Ultra-sonografia, tomografia Computadorizada, Técnica de porcentagem de gordura de 4 compartimentos, Pesagem hidrostática e Pletismografia por deslocamento de ar. As informações avaliadas nos trabalhos foram: autor, ano de publicação, tipo de desenho de estudo, método de avaliação da CC e principais resultados.

## 3. Resultados

A partir da revisão bibliográfica realizada foram encontrados 108 artigos que continham os descritores no título, no resumo ou assunto. Desses, 55 se enquadraram no tema da pesquisa, ou seja, abordavam, entre outras análises, a CC de indivíduos com lesão medular completa. Dos 55 artigos, 30 eram estudos exploratórios, com cortes longitudinais e transversais e se enquadraram nos critérios de inclusão da pesquisa. Os demais 25 caracterizavam-se como experimentais, estudos piloto, estudos de caso e de revisão.

Quadro 1: Estudos relacionados a avaliação da composição corporal (CC) em indivíduos com lesão medular no período entre 2002 a 2013 (n=30).

Autor	Ano	Desenho do estudo	Tamanho da amostra	Método de avaliação da CC	Principais resultados
Skold et al.	2002	<b>Tipo:</b> Corte Longitudinal. <b>Objetivo:</b> Efeitos da EEF (3 vezes por semana durante seis meses) na CC.	15 homens com LM completa.	TC	Não foi observada mudança na CC.
Jones, Legge e Goulding	2003	<b>Tipo:</b> Corte Transversal. <b>Objetivo:</b> Examinar a relação entre o IMC e adiposidade em um grupo de pessoas com LM e comparar os resultados com PN do mesmo sexo,	20 homens (34±8 anos) com lesão medular completa (7 paraplegia e 12 tetraplegia) e 18 homens	DEXA e IMC	Os valores de IMC dos indivíduos com LM foram menores. Entretanto, os mesmos apresentaram maior quantidade média de MG (9,4kg) do que os indivíduos do grupo controle.

		idade, altura e peso.	normais (34±9 anos).		
Spungen et al.	2003	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivos:</b> Comparar os valores da CC regional e total do tecido adiposo, magro e ósseo entre pessoas com e sem LM e o efeito da idade, duração, nível e tipo de lesão na CC.	133 homens com lesão medular (66 tetraplégicos e 67 paraplégicos) e 100 homens sem lesão medular (controle).	DEXA e IMC	Os valores da CC regional e total do tecido muscular e ósseo foram menores enquanto que do tecido adiposo foram maiores naqueles com LM. A idade e o nível, duração e tipo de lesão influenciaram os resultados.
Modlesky et al.	2004	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Determinar se a proporção de músculo esquelético da MLG é a mesma entre pessoas com e sem LM.	8 homens com LM completa entre os níveis C6 e L1 e 8 PN	DEXA e IRM	Os músculos esqueléticos representam uma pequena proporção da MLG em pessoas com LM. O uso do DEXA pode subestimar a atrofia muscular associada com a LM.
Clasey e Gater	2005	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Comparar as medidas do VTC e DTC obtidas através da PH e PDA.	20 adultos com LM completa com nível de lesão abaixo de T3	PH, PDA, DEXA, %G4Comp	A PDA é um método alternativo válido para determinar a DTC nesta população.
Manns, Mccubbin e Williamns	2005	<b>Tipo:</b> Corte Transversal. <b>Objetivo:</b> Examinar as associações entre a capacidade aeróbica, atividade física, capacidade funcional, fatores inflamatórios e componentes da SM em uma amostra de homens com paraplegia.	22 homens com lesão medular completa a níveis entre T2 e L2 (paraplegias)	DEXA	A SM é prevalente em pessoas com LM e a dieta e exercícios físicos são necessários para determinar a eficácia e a efetividade das intervenções de estilo de vida que visam retardar a progressão da SM nesta população.
Gorgey e Dudley	2006	<b>Tipo:</b> Corte Transversal e Longitudinal <b>Objetivo:</b> Quantificar o aumento do TAM em grupos musculares das coxa em 6 semanas após a LM incompleta e acompanhar o TAM depois de 3 meses.	04 homens e 02 mulheres (pacientes com LM completa/ ASIA B e C)	IRM	Após 3 meses, o TAM aumentos 26% no grupo de indivíduos com lesão medular completa em comparação com a medição inicial.
Kaya et al.	2006	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Avaliar a	75 pessoas com lesão medular e 39	DEXA	Pessoas com LM têm menor DMO do que o grupo

		DMO de pessoas com LM.	pessoas sem LM (grupo controle)		controle.
Liu et al.	2007	<b>Tipo:</b> Estudo experimental <b>Objetivo:</b> Investigar a mudança na CC, perímetros da perna e força muscular de pacientes com LM completa, após exercícios de ciclismo por EEF durante 8 semanas.	18 pacientes com pelo menos 1 ano de LM completa (26 e 61 anos).	IMC, BIA	Não houve diferenças marcantes na CC, incluindo a MG, %G, massa óssea e IMC.
Yilmaz et al.	2007	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Investigar a relação entre taxa metabólica em repouso e DMO em homens com LM.	30 homens com LM traumática, ASIA A e B.	DEXA	Há uma forte correlação entre a DMO do quadril e taxa metabólica em repouso na LM.
Edwards et al.	2008	<b>Tipo:</b> Corte Transversal. <b>Objetivo:</b> Comparar o TAT, TAV, TAS, e a proporção de TAV e TAS entre adultos com LM e um grupo de PN, com mesma idade, sexo e CQ.	31 homens e mulheres (n= 15 com lesão medular e 16 normais) com média de idade de 38,9 + 7,9 participaram do estudo.	TC e Fita métrica (CQ)	Pessoas com LM possuem em média 58% mais TAV, 48% mais TAS/TAV e 26% mais TAT quando comparado a pessoas que não possuem LM, considerando também o peso corporal.
Forrest et al.	2008	<b>Tipo:</b> Corte Longitudinal. <b>Objetivo:</b> Determinar os efeitos do TL sobre a CC e variáveis de força.	Um homem com LM crônica a nível de C6 (ASIA B) (motor completo e sensorial incompleto).	DEXA	As mudanças na CC do participante foram insignificantes se comparados a outros estudos que também realizaram TL em indivíduos com LM (ASIA B).
Maruyama et al.	2008	<b>Tipo:</b> Corte Transversal. <b>Objetivo:</b> Avaliar a prevalência e os componentes da SM	44 homens ( $\pm 13$ e 28 anos de paraplegia)	DEXA, Fita métrica (CCi)	43% dos indivíduos preencheram os critérios para a SM.
Buchholz et al.	2009	<b>Tipo:</b> Corte Transversal. <b>Objetivo:</b> Examinar a relação entre a AFTL e os fatores de risco para doenças crônicas usando uma medida válida e confiável de AFTL.	76 homens e mulheres que vivem com paraplegia e tetraplegia.	BIA e IMC	Pessoas que vivem com LM crônica completa que se envolvem em pelo menos 25 minutos diários em AFTL têm menor IMC, %G, proteína C-reativa e resistência à insulina e maior %MLG.
Griffin et al.	2009	<b>Tipo:</b> Corte	18 homens	DEXA	Aumento da massa

		Longitudinal. <b>Objetivo:</b> análise abrangente de SM, CC e perfis neurológicos, antes e após 10 semanas de EEF em bicicleta em indivíduos com lesão medular.	com lesão medular completa (paraplegia e tetraplegia).		muscular. Não houve diferença significativa na densidade óssea ou no tecido adiposo após as 10 semanas de estimulação.
Morse et al.	2009	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Avaliar as barreiras para o exame de DMO em pessoas com LM.	20 pessoas com LM completa e incompleta, paraplégicos e tetraplégicos.	DEXA	Adaptações na realização do exame DEXA devem ser realizadas para facilitar o acesso de pessoas LM.
Gorgey et al.	2010 a	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Investigar o efeito protetor da espasticidade na CC e no perfil metabólico.	10 Indivíduos com LM traumática completa do nível C6 até o T11.	DEXA, IMC e Medida de circunferência abdominal e de cintura com Fita Métrica	Os músculos esqueléticos espásticos podem trazer efeitos desejáveis para a CC e perfil metabólico.
Gorgey et al.	2010 b	<b>Tipo:</b> Corte Longitudinal. <b>Objetivo:</b> Determinar os efeitos do programa de exercícios por EEF na CC.	Um homem de 22 anos com lesão completa (C4) a 5 anos.	IRM	Hipertrofia substancial da musculatura ativada, redução no TAM e aumento do TAS.
Halstead et al.	2010	<b>Tipo:</b> Corte longitudinal <b>Objetivo:</b> Determinar o efeito do oxandrolone na CC e função pulmonar.	10 homens tetraplégicos (nível entre C4 e C8) com LM.	DEXA e IMC	O tratamento com oxandrolone apresentou uma modesta melhora nos testes de função pulmonar e na MLG dos braços e corpo inteiro, porém foi associado a efeitos adversos nos teste de função hepática e perfil lipídico.
Crane et al.	2011	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Determinar o período de tempo que os pacientes com LM estão em maior risco para ganho de peso, e identificar os fatores de risco de obesidade nesta população	85 indivíduos, 84 homens e 1 mulher, com lesão medular traumática (57) e não-traumática (28), com tetraplegia (55) e paraplegia (30).	DEXA	Os achados confirmam a perda significativa de peso corporal logo após a lesão e sugerem que o período de maior risco de ganho de peso é no primeiro ano após a lesão, durante a fase de reabilitação aguda.
Gorgey e Gater	2011 a	<b>Tipo:</b> Corte transversal <b>Objetivo:</b>	13 indivíduos saudáveis do sexo	IRM	O TAS é um forte preditor do perfil lipídico em

		Determinar os efeitos do nível da lesão no TAV e TAS e as relações entre adiposidade central e glicose e perfil lipídico.	masculino com LM completa, entre 18 e 45 anos de idade.		indivíduos com tetraplegia.
Gorgey e Gater	2011 b	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivos:</b> examinar a relação entre a distribuição tecido adiposo e o perfil metabólico.	32 homens com LM traumática completa entre os níveis C5 e T11	DEXA e IMC	A massa de gordura das pernas, mas não de tronco, está associada com uma relação mais negativa com o perfil metabólico após a LM traumática.
Ribeiro et al.	2011	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Avaliar a CC de esportistas com lesão medular traumática e poliomielite.	22 homens e 12 mulheres (20 a 40 anos), esportistas com poliomielite em MMII ou lesão medular traumática baixa (T5-T12).	DEXA e BIA	Os homens com LM apresentam maior quantidade absoluta de MLG e, conseqüentemente, maior índice de MLG do que as pessoas com poliomielite.
Eriks-Hoogland et al.	2011	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Estudar a relação entre CCI, prega cutânea, IMC e BIA.	23 homens com lesão medular completa (paraplegia).	BIA, IMC, Fita Métrica (CCI) e pregas cutâneas.	Boa concordância entre BIA e prega cutânea; pouca correlação entre CCI e IMC.
Dolbow et al.	2012	<b>Tipo:</b> Corte Longitudinal. <b>Objetivo:</b> Efetividade das sessões de ciclos de EEf em MMII sobre a CC.	Um homem de 53 anos, 33 anos de lesão medular a nível de C4.	DEXA	Aumento da massa livre de gordura de MMII (7,1%).
Gorgey et al.	2012	<b>Tipo:</b> Corte Transversal. <b>Objetivo:</b> Estabelecer e validar equações antropométricas utilizando a peso corporal para prever a MLG dos MMII, tronco e todo o corpo.	63 homens com lesão medular completa.	DEXA e IMC	O peso corporal pode ser usado para prever a MLG de todo o corpo e de regiões do corpo.
Añó et al.	2012	<b>Tipo:</b> Corte Longitudinal. <b>Objetivo:</b> Determinar os efeitos de um programa de treinamento de resistência para ombrosna força isocinética e	15 sujeitos com LM torácica paraplégicos	DEXA	Programas de treinamento de resistência incrementais como terapia funcional pode proporcionar ganhos de força, massa muscular e funcionalidade dos MMSS, e diminuir a



		isométrica, CC, dor e funcionalidade em sujeitos paraplégicos.			MG e percepção de dor.
Gorgey et al.	2013	<b>Tipo:</b> Corte transversal. <b>Objetivo:</b> Determinar o efeito de 12 semanas de estimulação elétrica neuromuscular em membros inferiores na lesão medular	7 homens com lesão medular completa dos níveis C5-T7.	IRM	O treino com estimulação elétrica neuromuscular resultou na hipertrofia do grupo muscular dos extensores de joelho.
Koury et al.	2013	<b>Tipo:</b> Corte Transversal. <b>Objetivo:</b> Determinar a concentração de Sêrum Leptina e Insulina e a relação com o nível de exercício físico após a LM.	22 homens com lesão medular (C5-C7), divididos em dois grupos: 13 ativos fisicamente e 9 inativos.	DEXA	Os resultados sugerem que o exercício físico foi capaz de reduzir a MG e aumentar a sensibilidade insulínica.

Legenda: %G – Porcentagem de Gordura; %G4Comp – Técnica %G de 4 Compartimentos; AFTL – Atividade Física no Tempo Livre; ASIA – American Spinal Injury Association Impairment Scale; BIA – Bioimpedância; CA – Circunferência Abdominal; CC – Composição Corporal; CCi – Circunferência de Cintura; CQ – Circunferência de Quadril; DEXA – Dual Energy X-Ray Absorciometry; DMO – Densidade Mineral Óssea; DTC – Densidade Total do Corpo; EEF – Estimulação Elétrica Funcional; IMC – Índice de Massa Corporal; IRM - Imagem por Ressonância Magnética; LM – Lesão Medular; MG – Massa Gordura; MLG – Massa Livre de Gordura; MMII – Membros Inferiores; MMSS - Membros Superiores; n – Amostra; PDA – Pletismografia por Deslocamento de Ar; PH – Pesagem Hidrostática; PN – Pessoas Aptas; SM – Síndrome Metabólica; TAM – Tecido Adiposo Intramuscular; TAS – Tecido Adiposo Subcutâneo; TAT – Tecido Adiposo Total; TAV – Tecido Adiposo Visceral; TC – Tomografia Computadorizada; TL – Treinamento locomotor; VTC – Volume Total do Corpo.

### 3.1. Métodos de Avaliação da Composição Corporal

#### 3.1.1. DEXA – Dual Energy X-Ray Absorptiometry

O DEXA é um instrumento utilizado para mensurar a CC regional (tronco, pernas, braços, região andróide e ginóide) e geral de massa livre de gordura, massa de gordura (SPUNGEN et al., 2003; MODLESKY et al., 2004; MANNS; McCUBBIN; WILLIAMS, 2005; HALSTEAD et al., 2010; GORGEY et al., 2010a; GORGEY et al., 2011; GORGEY et al., 2012; DOLBOW et al., 2012) e na análise corporal regional e de densidade mineral óssea (SPUNGEN et al., 2003; KAYA et al., 2006; YILMAZ et al., 2007; MORSE et al., 2009).

A avaliação é feita com o paciente na posição supina e totalmente imóvel sobre a mesa do aparelho. O sujeito permanece deitado na maca do equipamento por um período de aproximadamente 20 minutos, enquanto é realizada a análise do corpo todo (RIBEIRO et al., 2011). A radiação passa através da pessoa a partir de duas fontes diferentes, uma localizada abaixo dela e outra acima. A relação da absorção das duas radiografias de diferentes energias é linearmente relacionada com o compartimento da massa livre de gordura (YILMAZ et al., 2007). Se o avaliado apresentar contraturas ou espasticidade que torne difícil a permanência imóvel das extremidades inferiores e superiores durante os procedimentos de digitalização, uma cinta de pano pode ser utilizada para estabilizá-los (MANNS; McCUBBIN; WILLIAMS, 2005).

O uso do DEXA para análise da CC em pessoas com lesão medular é, sem dúvida, o mais comumente utilizado nos estudos encontrados, principalmente no exterior (JONES; LEGGE; GOULDING, 2003; SPUNGEN et al., 2003; MODLESKY et al., 2004; CLASEY;

GATER, 2005; MANNS; MCCUBBIN; WILLIAMNS; 2005; KAYA et al., 2006; YILMAZ et al., 2007; EDWARDS et al., 2008; FORREST et al., 2008; MARUYAMA et al., 2008; GRIFFIN et al., 2009; MORSE et al., 2009; GORGEY et al., 2010a; HALSTEAD et al., 2010; CRANE et al., 2011; GORGEY et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011; DOLBOW et al., 2012; GORGEY et al., 2012; AÑÓ et al., 2012; KOURY et al., 2013). O uso frequente do DEXA neste tipo de análise justifica-se por ter se mostrado um instrumento eficiente capaz de identificar indivíduos com percentagens de gordura corporal consistentes com a obesidade, quando parâmetros como medições de prega cutânea e análise por bioimpedância, e indiretos, como o IMC, classificam o indivíduo com estado nutricional normal (limítrofe) (CRANE et al., 2011).

Embora o DEXA seja clinicamente o padrão ouro para a avaliação da densidade mineral óssea e diagnóstico de osteoporose, a ossificação heterotópica ou mudanças neuropáticas de indivíduos com lesão medular podem falsamente elevar a densidade mineral óssea, sendo necessária uma interpretação cuidadosa para o diagnóstico da osteoporose utilizando esse instrumento (GIANGREGORIO; MCCARTNEY, 2006). No estudo de Kaya et al. (2006) somente o uso do DEXA não determinou a perda precoce de mineral ósseo, o qual também foi analisado por meio de marcadores bioquímicos. Ainda, deve-se apontar que pequenas alterações na angulação óssea (posição do indivíduo no momento da análise) por ocasião da análise pré e pós-intervenção podem causar variabilidade entre as medições (GRIFFIN et al., 2009)

O uso exclusivo do DEXA como método para mensurar a CC regional pode não refletir precisamente o valor real. A recomendação é que seja associada a outro tipo de técnica, como a imagem de ressonância magnética (RM), para separar o tecido adiposo ectópico, gordura visceral e tecido adiposo intramuscular do tecido adiposo subcutâneo. Considerando que pessoas com lesão medular podem apresentar atrofia do tecido adiposo subcutâneo acompanhado por um excessivo acúmulo de tecido adiposo intramuscular nas extremidades inferiores, e por uma rápida atrofia da musculatura esquelética, o DEXA é limitante na distinção entre o tecido adiposo subcutâneo e tecido adiposo intramuscular (GORGEY et al., 2011).

Além disso, o DEXA tem mostrado subestimar a perda de tecido muscular quando comparado com medidas mais sensíveis como a imagem de RM e a tomografia computadorizada. Como o DEXA avalia o músculo esquelético como um componente da massa livre de gordura e segue a suposição da proporção constante entre seus constituintes (CLASEY; GATER, 2005) e, pelo achado de Modlesky et al. (2004), que a massa livre de gordura contém aproximadamente 15% menos músculo em pessoas com lesão medular do que pessoas sem lesão, sugere-se que estudos prévios utilizando o DEXA podem ter subestimado o grau de atrofia muscular associado com a lesão medular. Isto pode ter gerado conclusões errôneas sobre o efeito de diferentes intervenções no músculo esquelético avaliado (MODLESKY et al., 2004).

A validade do uso do DEXA em pessoas com lesão na medula espinhal tem sido questionada porque um número significativo de valores usados para determinar a quantidade de tecido adiposo e muscular nessa população é baseado em modelos que não têm validação. Assim, não é possível assegurar que os valores da CC utilizados são absolutamente validados para esta população específica, uma vez que após a lesão medular tem-se uma significativa atrofia muscular e correspondente diminuição de mineral ósseo, circunferências e aumento exponencial do tecido adiposo (SPUNGEN et al., 2003; MODLESKY et al., 2004; GATER; CLASEY 2006; GATER, 2007).

Outra limitação refere-se as dificuldades de acesso das pessoas com lesão medular ao local de realização do exame DEXA. Entre as barreiras, estão: altura da mesa que dificulta a transferência; tamanho da sala e porta onde é realizado o exame, que dificulta a mobilidade do usuário de cadeira de rodas e uso de maca para transferir a pessoa para a mesa do exame; o desenho do scanner DEXA, que impede a colocação de

um elevador perto da mesa para uma transferência segura da pessoa, pois não há nenhum espaço debaixo da mesa para posicionar a base e as pernas do elevador; ausência de barras de apoio acima e dos lados da mesa. Todos estes fatores levam a um maior tempo gasto para a realização do exame e presença de mais profissionais para ajudar na transferência da pessoa com dificuldade de mobilização e estabilização do tronco e membros (NICASTRO et al., 2008; MORSE et al., 2009).

### **3.1.2. BIA (*Bioelectrical impedance analysis* - Análise de Impedância Bioelétrica)**

Trata-se de um instrumento utilizado desde a década de 80 para estimar a CC, em particular, a gordura corporal, em indivíduos normais e atletas. O método tornou-se popular devido à sua facilidade de utilização, a portabilidade do equipamento e do seu custo relativamente baixo em comparação com alguns dos outros métodos (KYLE et al., 2004).

A análise da CC é determinada através de análise de impedância bioelétrica (BIA), ou seja, uma oposição ao fluxo de uma corrente elétrica através dos tecidos do corpo, que podem então ser utilizadas para calcular uma estimativa do total de água no corpo, representado pela sigla TBW (*Total Body Water*). O total de água no corpo pode ser utilizado para estimar a massa livre de gordura e, por diferença com o peso corporal, a massa gorda (KYLE et al., 2004; RIBEIRO et al., 2011)

Embora seja considerada razoavelmente precisa para monitorizar a CC de um indivíduo durante um período de tempo, não é suficientemente preciso para análises de grupos de indivíduos ou comparações com outros tipos de instrumentos (BUCHHOLZ; BARTOK; SCHOELLER, 2004). A BIA tem sido utilizada para estimar a CC em pessoas com lesão medular, porém não considera as alterações agudas e crônicas que ocorrem nos principais constituintes da massa livre de gordura desta população, tornando-se inválido o seu uso com esse grupo de pessoas (GATER; CLASEY, 2006).

Outros fatores que podem afetar as medições através da BIA são: a desidratação, que provoca um aumento da resistência elétrica corporal, de modo a causar uma subestimação da massa livre de gordura e consequente superestimação da massa gorda (LUKASKI et al., 1986); quando as medições são efetuadas logo após o consumo de uma refeição, o que causa uma variação entre as leituras máxima e mínima da percentagem de gordura corporal tomadas ao longo do dia, em até 9,9% (SLINDE; ROSSANDER-HULTHEN, 2001); e a prática de exercício físico moderado antes de medições, que podem resultar em uma superestimação (aproximadamente 12 quilos) da massa livre de gordura e uma subestimação do percentual de gordura corporal, devido à redução da impedância (KUSHNER; GUDIVAKA; SCHOELLER, 1996).

### **3.1.3. Imagem de Ressonância Magnética (RM)**

Fornece uma medida precisa do músculo esquelético *in vivo*, pois permite separar o músculo do tecido adiposo subcutâneo e intramuscular, além de medir a área de secção transversal do músculo. Porém, apresenta alto custo impedindo seu uso rotineiro em pesquisas e práticas clínicas (MODLESKY et al., 2004; GORGEY et al., 2013). Também é utilizado para caracterizar as mudanças esqueléticas após a lesão da medula espinhal, como alterações no volume ósseo e número de trabéculas ósseas, erosão do endóstio e redução da espessura cortical (GIANGREGORIO; MCCARTNEY; 2006). Permite também analisar a CC de regiões específicas do corpo, como o abdômen, onde o acúmulo de gordura possui relação direta com riscos de doenças cardiovasculares (GORGEY; GATER, 2011).

#### **3.1.4. Ultra-sonometria**

Um método que carece de estudos para comprovar a sua validade e viabilidade na avaliação da CC em grupos de pessoas com lesão medular. O que se sabe é que pode ser utilizada para avaliar os índices de força óssea após a lesão na medula espinhal, uma variável independente da densidade mineral óssea (GIANGREGORIO; MCCARTNEY; 2006).

#### **3.1.5. Tomografia Computadorizada**

Assim como a ressonância magnética, fornece uma medida precisa do músculo esquelético *in vivo*, porém apresenta alto custo e expõe as pessoas a uma alta exposição de radiação, impedindo seu uso rotineiro em pesquisas e práticas clínicas (MODLESKY et al., 2004). Também permite ao pesquisador avaliar a densidade mineral óssea volumétrica, tanto em compartimento cortical como em compartimento trabecular, bem como a área óssea e o índice de geometria óssea em regiões apendiculares após a lesão da medula espinhal. Isto é importante porque após a lesão da medula espinhal pode ocorrer efeitos diferentes em compartimentos ósseos distintos e/ou na geometria óssea (GIANGREGORIO; MCCARTNEY; 2006). Ainda, possibilita mensurar a quantidade de tecido adiposo localizado em regiões específicas do corpo, como o abdômen (EDWARDS et al., 2008).

#### **3.1.6. Técnica de porcentagem de gordura de 4 compartimentos**

As proporções e densidades dos principais constituintes da massa livre de gordura (água, proteína e mineral) são adversamente alteradas dependendo do nível, tipo e tempo de lesão medular. Tais alterações podem contribuir para a diminuição da taxa de metabolismo basal ou de repouso. A diminuição do gasto calórico no repouso e durante a atividade física pode contribuir para um aumento na massa de gordura total e regional. Estas mudanças da CC em pessoas com lesão medular podem ser precisamente avaliadas pelos modelos de CC de múltiplos compartimentos porque significantes mudanças ocorrem na massa livre de gordura devido a paralisia.

Para precisamente avaliar a CC em pessoas com lesão medular, o modelo de 4 compartimentos, proposta por Heymsfield et al. (1990), tem sido proposto para garantir maior precisão na determinação da porcentagem de gordura do que métodos tradicionais que dependem de suposições da proporção entre os constituintes da massa livre de gordura. Para isto, separadamente determina a densidade corporal total, água total do corpo, o conteúdo de mineral ósseo e peso corporal para então calcular a porcentagem de gordura (CLASEY; GATER, 2005; GATER; CLASEY, 2006).

#### **3.1.7. Pesagem Hidrostática**

Esse método mensura o volume corporal total e a densidade corporal total. No estudo de Claser e Gater (2005) os procedimentos utilizados para mensurar o volume e densidade corporal total através da Pesagem Hidrostática seguiu o método descrito por Katch et al. (1967). O peso subaquático das pessoas com lesão medular foi determinado utilizando uma cadeira, um transdutor de força de célula de carga e um sistema de gravação. A temperatura da água foi mantida entre 36° e 38°C para prevenir hipotermia e disreflexia autonômica. Para segurança, um pesquisador entrou no tanque de pesagem hidrostática com o sujeito avaliado para prestar assistência quando necessário. Cada sujeito usou um colete com peso para reduzir a flutuação e garantir a estabilidade na

cadeira. O peso subaquático foi mensurado do volume pulmonar residual em três ensaios de medida. A técnica de diluição de oxigênio descrita por Wilmore em 1969 foi utilizada para mensurar o volume pulmonar residual.

No entanto, este método é difícil e muitas vezes impossível de ser aplicado em certas pessoas. Ele pode ser usado em adultos com lesão medular, mas os procedimentos são frequentemente exaustivos para os avaliados e pesquisadores, pois pode apresentar riscos adicionais em pessoas em lesão medular, como aspiração e disreflexia autonômica, além de requerer modificações estruturais para permitir uma transferência e medidas seguras (CLASEY; GATER, 2005; NICASTRO et al., 2008). Além disso, pessoas que possuem fobia da água ou algum tipo de lesão na pele, como queimaduras, têm sido excluídas de estudos que requerem a pesagem hidrostática (CLASEY; GATER, 2005).

### **3.1.8. Pletismografia por Deslocamento de Ar**

Determina a densidade corporal total e volume corporal total. No estudo de Claser e Gater (2005), as pessoas com lesão medular foram transferidas, com assistência, para dentro da câmara do aparelho de Pletismografia e foram corretamente posicionadas. O peso corporal foi determinado através da técnica de células de carga e foi manualmente transferido para dentro do sistema operacional do aparelho de Pletismografia. Os sujeitos foram então instruídos a ficarem tranquilamente sentados na câmara do aparelho por 50 segundos enquanto o volume corporal foi calculado. Após ser completada esta medida, o volume do gás torácico foi mensurado. Para isto, os sujeitos foram instruídos a usarem um clipe nasal e colocarem um tudo de respiração dentro de suas bocas e realizarem de duas a três ciclos respiratórios normais e então três rápidos, contraindo e relaxando os músculos abdominais e intercostais. Neste estudo, o procedimento operacional foi realizado seguindo o trabalho de Dempster e Aitkins (1995).

Claser e Gater (2005) ressaltaram que a Pletismografia por Deslocamento de Ar é um método alternativo para mensurar a densidade corporal total em pessoas com lesão medular, pois elimina muita das dificuldades encontradas durante os testes com esta população ou com outras deficiências físicas. Porém, o uso da medida do volume de gás torácico requerido pela Pletismografia pode ser impossível para alguns adultos com lesão medular completa porque o nível e tipo de lesão podem comprometer o uso da musculatura respiratória acessória e musculaturas abdominais necessárias para esta medida e isto ocorre particularmente em pessoas com níveis de lesão acima de T6.

### **3.1.9. Possíveis critérios de exclusão e inclusão dos participantes**

Griffin et al. (2009) lista alguns critérios que podem servir de base para excluir pessoas com lesão medular como candidatos a participar de estudos que envolvem avaliação da CC. Segundo os autores, os critérios devem ser atendidos de acordo com o tipo de avaliação e intervenção que os avaliados serão submetidos. Geralmente, avaliações mais complexas por meio de equipamentos de raio-x, bioimpedância elétrica e que envolvem a imersão em água são os requerem maiores cuidados.

As condições que devem ser avaliadas no momento da seleção dos participantes são: se a lesão é recente (a menos de um ano); se o sujeito apresenta ruptura da pele que o impede de permanecer sentado por no mínimo 30 minutos; se possui doença cardiovascular crônica; marcapasso ou desfibrilador implantado; se há instabilidade vasomotora; grave perda de amplitude de movimento das articulações; osteoporose grave; instabilidade articular; ossificação e/ou fraturas ósseas; gravidez; epilepsia; crises

freqüentes e graves de disreflexia autônoma; ou quaisquer outras complicações que os impeçam de participação, conforme determinado pelo médico (GRIFFIN et al., 2009).

#### 4. Considerações finais

De acordo os artigos encontrados e analisados, pôde-se constatar que vários são os métodos que possibilitam a análise da CC em indivíduos tetraplégicos e paraplégicos com lesão medular. Na literatura consultada foram encontrados os instrumentos/métodos: DEXA (*Dual-Energy X-Ray Absorptiometry*), Pletismografia por Deslocamento de Ar, Pesagem Hidrostática, Técnica de porcentagem de gordura de 4 compartimentos, Imagem de Ressonância Magnética, Tomografia Computadorizada, Ultra-sonometria e Análise da Impedância Bioelétrica.

Dentro dessa magnitude de métodos e instrumentos constatou-se algumas normativas acerca dos parâmetros de avaliação: os profissionais da saúde que utilizam esses métodos o fazem para obterem estratégias e/ou intervenções mais adequadas para essa população; os mesmos estão atentos a precisão dos instrumentos e os possíveis equívocos ligados a estimação de componentes corporais de indivíduos com lesão medular; a falta de fidedignidade dos resultados das avaliações antropométricas, indicando que o IMC, pregas cutâneas, circunferência de cintura, não servem como uma variável a fim de diagnosticar excesso de gordura corporal, tendo em vista a falta de parâmetros específicos para essa população (BUCHHOLZ; BUGARESTI, 2005; CLASEY; GATER, 2005; ERIKS-HOOGLAND et al., 2011; GATER, 2007; GORGEY et al., 2010a; DIONYSSIOTIS, 2012).

Observou-se, ainda, que as pesquisas sobre os métodos de avaliação da CC que envolvem indivíduos com lesão medular estão cada vez mais detalhadas no que se refere a metodologia de estudo, isto é, houve um aperfeiçoamento no delineamento dos estudos, com a inserção de grupos controle, melhor controle de variáveis, melhor “desenho” da intervenção, entre outros aspectos.

Os estudos consultados indicaram que os indivíduos com lesão medular completa de ambos os gêneros apresentam elevada adiposidade corporal. Observou-se, também, que medidas antropométricas, como o peso corporal ideal, IMC, a espessura da prega tricipital e abdominal e circunferência de cintura, ferramentas comuns para a avaliação do estado nutricional e a CC em indivíduos sem lesão, podem não serem válidos para pacientes com lesão medular, devido a atrofia dos músculos causada pela imobilidade e aumento da gordura corporal. Em geral, as medidas antropométricas em pacientes com lesão medular tendem a subestimar o percentual de gordura quando comparados com indivíduos sem lesão.

Logo, conclui-se que a avaliação da CC por meio de métodos diretos é imprescindível para monitorar riscos à saúde nutricional e/ou física de indivíduos tetraplégicos e paraplégicos com lesão medular. Contudo, apesar de sua importância identificada pelos diversos estudos realizados com estes indivíduos no período pesquisado, há escassez de informações antropométricas de referência e, quando presentes, estas possuem grande variabilidade devido às diversas metodologias utilizadas para sua obtenção (MAGGIONI et al., 2003; NICASTRO et al., 2008; GORGEY et al., 2012).

#### Referências

AÑÓ, P. S. et al. Effects of resistance training on strength, pain and shoulder functionality in paraplegics. **Spinal Cord**, v. 50, n. 11, p. 827-831, nov. 2012.

BAUMAN, W. A. et al. The relationship between energy expenditure and lean tissue in monozygotic twins discordant for spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 41, n. 1, p. 1-8, jan./feb. 2004.

BUCHHOLZ, A. C.; BARTOK, C.; SCHOELLER, D. A. The validity of bioelectrical impedance models in clinical populations. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 19, n. 5, p. 433-46, 2004.

BUCHHOLZ, A. C.; BUGARESTI, J. M. A review of body mass index and waist circumference as markers of obesity and coronary heart disease risk in persons with chronic spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 43, n. 9, p. 513-18, sep. 2005.

BUCHHOLZ, A. C.; MCGILLIVRAY, C. F.; PENCHARZ, P. B. Differences in resting metabolic rate between paraplegic and able-bodied subjects are explained by differences in body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n.2, p. 371–8, 2003.

BUCHHOLZ, A. C. et al. Greater daily leisure time physical activity is associated with lower chronic disease risk in adults with spinal cord injury. **Applied Physiology, Nutrition, Metabolism**, v. 34, n. 4, p. 640–647, aug. 2009.

CLASEY, J. L.; GATER, D. R. Jr. A comparison of hydrostatic weighing and air displacement plethysmography in adults with spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 11, p. 2106–2113, nov. 2005.

CRANE, D. A. et al. Weight gain following spinal cord injury: a pilot study. **The Journal of Spinal Cord Medicine**. v. 34, n. 2, p. 227-232, mar. 2011.

DEMPSTER, P.; AITKINS, S. A new air displacement method for the determination of human body composition. **Medicine and Science Sports and Exercises**, v. 27, n. 12, p. 1692-1697, dec. 1995.

DIONYSSIOTIS, Y. Malnutrition in Spinal Cord Injury: More Than Nutritional Deficiency. **Journal of Clinical Medicine Research**, v. 4, n. 4, p.227-236, aug. 2012.

DOLBOW, D. R. et al. Report of practicability of a 6-month home-based functional electrical stimulation cycling program in an individual with tetraplegia. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 35, n. 3, p. 182-86, may. 2012.

EDWARDS, L. A.; BUGARESTI, J. M.; BUCHHOLZ, A. C. 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. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 87, n. 3, p. 600-607, mar. 2008.

ELDER, C. P. et al. Intramuscular fat and glucose tolerance after spinal cord injury—a cross-sectional study. **Spinal Cord**, v. 42, n. 12, p. 711-716, dec. 2004.

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

- FRONTERA, W. R.; DAWSON, D. M.; SLOVIK, D. M. **Exercício físico e reabilitação**. São Paulo: Artmed, 2003.
- GATER, D.; CLASEY, J. Body composition assessment in spinal cord injury clinical trials. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, v. 11, n. 3 p. 36-49, 2006.
- GATER, D. R. Obesity after Spinal Cord Injury. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinical of North American**, v. 18, n. 2, p. 333-351, may. 2007.
- GIANGREGORIO, L.; McCARTNEY, N. Bone Loss and Muscle Atrophy in Spinal Cord Injury: Epidemiology, Fracture Prediction, and Rehabilitation Strategies. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 29, n. 5, p. 489–500, feb. 2006.
- GORGATTI, M. G.; BÖHME, M. T. S. Atividade Física e Lesão medular. In: GORGATTI, M. G.; COSTA, P. R. **Atividade Física Adaptada**. Qualidade de vida de pessoas com necessidades especiais. Barueri: Manole, p. 147–181, 2005.
- GORGEY, A. S.; DUDLEY, G. A. Skeletal muscle atrophy and increased intramuscular fat after incomplete spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 45, n. 4, p. 304–309, abr. 2006.
- GORGEY A. S.; GATER D. R. Prevalence of Obesity after Spinal Cord Injury. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, v. 12, n.1, p. 1-7, spring. 2007.
- GORGEY, A. S. et al. Relationship of spasticity to soft tissue body composition and the metabolic profile in persons with chronic motor complete spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 33, n. 1, p. 6-15, feb. 2010a.
- GORGEY, A. S. et al. Oral baclofen administration in persons with chronic spinal cord injury does not prevent the protective effects of spasticity on body composition and glucose homeostasis. **Spinal Cord**, v. 48, n. 2, p. 160–165, feb. 2010b.
- GORGEY, A. S.; GATER, D. R. Regional and relative adiposity patterns in relation to carbohydrate and lipid metabolism in men with spinal cord injury. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 36, n. 1, p.107-114, feb. 2011.
- GORGEY, A. S.; MATHER, K. J; POARCH, H. J.; GATER, D. R. Influence of motor complete spinal cord injury on visceral and subcutaneous adipose tissue measured by multi-axial magnetic resonance imaging. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 34, n. 1, p. 99-109, jan. 2011.
- GORGEY, A. S. et al. Effects of resistance training on adiposity and metabolism after spinal cord injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 1, p. 165-74, jan. 2012.
- GORGEY, A. S.; DOLBOW, D.R.; GATER, D. R. A model of prediction and cross validation of fat-free mass in men with motor complete SCI. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 93, n. 7, p. 1240-1244, jul. 2012.
- GORGEY, A. S. et al. Neuromuscular electrical stimulation attenuates thigh skeletal muscles atrophy but not trunk muscles after spinal cord injury. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n. 4, p. 977-984, aug. 2013.



GRIFFIN, L. et al. Functional electrical stimulation cycling improves body composition, metabolic and neural factors in persons with spinal cord injury. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 4, p. 614–22, aug. 2009.

HALSTEAD, L. et al. The effects of an anabolic agent on body composition and pulmonary function in tetraplegia: a pilot study. **Spinal Cord**, v. 48, n. 1, p. 55-59, jan. 2010.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Body composition of humans: comparison of two improved four compartment models that differ in expense, technical complexity and radiation exposure. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 52, n. 1, p. 52-58, jul. 1990.

JACOBS, P. L.; NASH, M. S. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. **Sports Medicine**, v. 34, n. 11, p. 727–751, sep. 2004.

JIANG, S. D.; DAI, L. Y.; JIANG, L. S. Osteoporosis after spinal cord injury. **Osteoporosis International**, v. 17, n. 2, p. 180-92, feb. 2006.

JONES, L. M.; LEGGE, M.; GOULDING, A. Healthy Body Mass Index Values Often Underestimate Body Fat in Men with Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**, v. 84, n. 7, p. 1168-1171, jul. 2003.

KATCH, F.; MICHEL, E. D.; HORVATH, S. M. Estimation of body volume by underwater weighing: description of a simple method. **Journal of Applied Physiology**, v. 23, n. 5, p. 811-813, nov. 1967.

KAYA, K. et al. Evaluation of Bone Mineral Density in Patients with Spinal Cord Injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 29, n. 4, p. 396–401, 2006.

KOURY, J. C. et al. Time of physical exercise practice after injury in cervical spinal cord-injured men is related to the increase in insulin sensitivity. **Spinal Cord**, v. 51, n. 2, p. 116-119, feb. 2013.

KUSHNER, R. F.; GUDIVAKA, R.; SCHOELLER, D. A. As características clínicas que influenciam as medições bioimpedância elétrica. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, supl. 3, p. 423S-42, 1996.

KYLE, U. G. et al. Análise de impedância bioelétrica-parte I: revisão dos princípios e métodos. **Clinical Nutrition**, v.23, n. 5, p. 1226-1243, 2004.

LIU, C. W. et al. Effects of Functional Electrical Stimulation os Peak Torque and Body Composition in Patients with Incomplete Spinal Cord Injury. **The Kaohsiung Journal of Medicine Science**, v. 23, n. 5, p. 232-240, may. 2007.

LUKASKI, H. C. et al. Validação do método de impedância bioelétrica tetrapolar para avaliar a composição corporal humana. **Journal of Applied Physiology**, v. 60, n. 4, p. 1327-1332, 1986.

MAGGIONI, M. et al. Body composition assessment in spinal cord injury subjects. **Acta Diabetologica**, v. 40, n. 1, p.183-186, oct. 2003.

- MANNS, P. J.; McCUBBIN, J. A.; WILLIAMS, D. P. Fitness, Inflammation, and the Metabolic Syndrome in Men with Paraplegia. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 6, p. 1176-1181, Jun. 2005.
- MARUYAMA, Y. et al. Serum leptin, abdominal obesity and the metabolic syndrome in individuals with chronic spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 46, n. 7, p. 494-499, jul. 2008.
- MIGUEL, M.; KRAYCHETE, D. C. Dor no Paciente com Lesão Medular: uma revisão. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, Campinas, v. 59, n. 3, p. 305-357, may./jun. 2009.
- MODLESKY, C. M. et al. Assessment of skeletal muscle mass in men with spinal cord injury using dual-energy X-ray absorptiometry and magnetic resonance imaging. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 2, p. 561-565, oct. 2004.
- MORSE, L. R. et al. Barriers to Providing Dual Energy X-ray Absorptiometry Service to Individuals with Spinal Cord Injury. **American Journal of Physical and Medicine Rehabilitation**, v. 88, n. 1, p. 57-60, jan. 2009.
- NICASTRO, H. et al. Perfil antropométrico de indivíduos com lesão medular. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, SP, v. 33, n. 1, p. 73-87, abr. 2008.
- RIBEIRO, S. M. L. et al. Composição corporal de esportistas com lesão medular e com poliomielite. **Acta Fisiatrica**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 206-10, nov. 2011.
- SKOLD, C. et al. Effects of functional electrical stimulation for six months on body composition and spasticity in motor complete tetraplegic spinal cord-injured individuals. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 34, n. 1, p. 25-32, jan. 2002.
- SLINDE, F.; ROSSANDER-HULTHÉN, L. A bioimpedância: efeito de três refeições idênticas sobre a variação de impedância diurna e cálculo da composição corporal. **American Journal of Clinical and Nutrition**, v. 74, n. 4, p. 474-478, 2000.
- SPUNGEN, A. M. et al. Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 6, p. 2398-2407, dec. 2003.
- WILMORE, J. H. A simplified method for the determination of residual lung volumes. **Journal of Applied Physiology**, v. 27, n. 1, p. 96-100, jul. 1969.
- YILMAZ, B. et al. The relationship between basal metabolic rate and femur bone mineral density in men with traumatic spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 6, p. 758-761, jun. 2007.