

Composição corporal de esportistas com lesão medular e com poliomielite

Body composition of active persons with spinal cord injury and with poliomyelitis

Sandra Maria Lima Ribeiro^{1,2}, Joseph Kehayias², Regina Célia da Silva^{3,4}, Julio Tirapegui³

RESUMO

O presente estudo teve por objetivos avaliar a composição corporal de esportistas com lesão medular traumática e poliomielite. **Método:** Dois grupos de homens e mulheres, esportistas, com idades e índice de massa corporal (IMC) similares, foram distribuídos em dois grupos, de acordo com a origem da deficiência: LM- lesão medular traumática baixa (T5-T12) e P - sequelas de poliomielite em apenas um dos membros inferiores. Composição corporal analisada por DEXA (gordura e massa magra corporais); bioimpedância elétrica por análise vetorial- BIVA (resistência, reactância e ângulo de fase). Os participantes do mesmo gênero foram comparados de acordo com a origem da deficiência; os grupos foram comparados à população de referência, quando esses dados eram disponíveis. **Resultados:** Os vetores gerados na análise por bioimpedância foram avaliados pelo teste Hotelling's T² e suas distâncias comparadas (*Mahalanobis distance*, D) entre si e com uma população de referência. Na análise por DEXA, os homens com LM apresentam maior quantidade absoluta de massa magra e, conseqüentemente, o maior índice de massa magra do que os P. Ambos apontaram valores inferiores à população de referência. Na análise por bioimpedância, os homens do grupo P apresentaram maior resistência que os LM e, como consequência, os menores ângulos de fase. O grupo LM foi o que mais se aproximou da população de referência. **Conclusão:** Considerando a composição corporal como indicador indireto do estado nutricional, o presente estudo aponta que, embora ambas as origens de deficiência apresentem valores de massa magra inferiores e valores de resistência superiores aos estudos de referência, as pessoas com poliomielite podem estar em risco nutricional aumentado em relação às pessoas com lesão medular. Esse risco parece ser maior nos homens do que nas mulheres. Dados adicionais de avaliação nutricional, como o uso de marcadores bioquímicos e dietéticos, e com um maior número de avaliados, certamente poderão explorar e elucidar melhor esses achados.

Palavras-chave: atividade motora, avaliação nutricional, composição corporal, paraplegia, poliomielite

ABSTRACT

This study sought to evaluate the body composition of subjects with active spinal cord injuries and polio. **Method:** Two groups of males and females, active, free-living, of similar ages and body mass index (BMI), were distributed according to the source of deficiency: SCI – low spinal cord injury (T5-T12) and P – survivors of poliomyelitis infection. Body composition was analyzed by DEXA (fat and lean mass); bioelectrical impedance by vector analysis (BIVA analysis; resistance and reactance). Participants of the same gender were compared according to the source of deficiency, and both groups had their values compared to a reference population, when available. **Results:** Mean vectors were assessed with Hotelling's T² test and compared by Mahalanobis distance (D). DEXA analysis pointed out the men of P group with higher absolute amount of lean mass, and consequently the higher body lean mass index; both groups presented lower values than a reference study. With regard to BIVA analysis, P men presented higher resistance than SCI men and, consequently, a lower phase angle. **Conclusion:** Considering body composition as an indirect indicator of nutritional status, the present study suggests that, even with both groups presenting lower values than a reference population, there is a possibility of an increased nutritional risk for polio individuals than SCI, and this risk seems to be higher in men than in women. Further investigation, adopting biochemical and dietetic markers, and a higher sample size, certainly could better explore and understand our results.

Keywords: body composition, motor activity, nutrition assessment, paraplegia, poliomyelitis

¹ Escola de Artes, Ciências e Humanidades - Universidade de São Paulo.

² USDA Human Nutrition Research Center on Aging, Tufts University – Boston, USA.

³ Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

⁴ ADD - Associação Desportiva para Deficientes - São Paulo Brasil.

Endereço para correspondência:
Escola de Artes, Ciências e Humanidades - Universidade de São Paulo
Sandra Maria Lima Ribeiro
Av. Arlindo Bettio, 1000
São Paulo - SP
CEP 03800-000
E-mail: smlribeiro@usp.br

Recebido em 03 de Novembro de 2011.

Aceito em 22 de Março de 2012.

DOI: 10.5935/0104-7795.20110008

INTRODUÇÃO

Lesões do sistema nervoso central, traumáticas (como a lesão medular) e não traumáticas (como a poliomielite) resultam em imobilização de diferentes proporções. Por sua vez, a imobilização reduz a autonomia, compromete o estado nutricional e aumenta o risco de desenvolvimento de uma série de doenças.¹ Embora nos últimos anos tenha se observado um aumento importante no número de estudos relacionados a lesões do sistema nervoso, ainda se faz necessária maior compreensão e monitoramento das pessoas acometidas. Dados recentes indicam que a mortalidade relacionada à lesão medular, na maioria das vezes é causada por fatores que poderiam ser prevenidos e/ou tratados.²

A maioria das pesquisas relacionadas à imobilização é focada nas lesões traumáticas, principalmente pela existência, nos tempos atuais, de grande violência urbana, como agressões por armas de fogo e acidentes de trânsito, entre outros. Entretanto, é importante lembrar a existência de diferentes lesões do sistema nervoso, que afetam diferentes gêneros e idades. Por exemplo, embora a poliomielite seja considerada erradicada praticamente no mundo todo, muitas pessoas ainda convivem com suas sequelas. E, por sua vez, poucos estudos investigam o estado nutricional dessas pessoas.³ Além disso, independentemente da origem da deficiência, os estudos são, em sua grande maioria, realizados com homens; poucos incluem mulheres.⁴

Quando se tenta enfatizar a importância da avaliação do estado nutricional em pessoas com imobilidades, deve-se ter em mente que a redução da massa magra corporal pode ser um fator relacionado a risco nutricional. O músculo esquelético, além de ser considerado a principal reserva de proteínas corporais, é capaz de direcionar a produção de anticorpos, a cicatrização de feridas e a produção de células brancas do sangue, tanto em eventos agudos como crônicos. Portanto, se ocorre uma depleção do músculo esquelético, isto significa menor quantidade de proteínas para garantir o estado nutricional adequado e, conseqüentemente, a saúde.^{5,6}

Levando em consideração os pontos discutidos acima, é importante, então, considerar que a análise da composição corporal, por identificar a massa muscular, é indicadora do estado nutricional. Dentre diferentes métodos e técnicas para análise da composição corporal, pode-se citar o uso dos raios-X de dupla energia (DEXA). A análise por DEXA

permite a diferenciação da massa muscular, massa óssea e massa adiposa. Tem sido apontada como um bom método para uso em pessoas com lesão medular e é considerada rápida, com boa acurácia e com procedimento relativamente simples.⁷ Entretanto, a ampla aplicação desse método é limitada por fatores como o preço do equipamento, a necessidade de técnicos altamente especializados e locais específicos para realização das análises. Desta forma, é importante a busca por métodos alternativos para monitorar as alterações na composição corporal (e, portanto, o estado nutricional) de pessoas com imobilidades.

A análise da composição corporal por bioimpedância elétrica (BIA) é considerada prática, de baixo custo, não invasiva e de fácil procedimento.⁸ Entretanto, é um método difícil de ser adotado nos estudos com pessoas com imobilidades, pela necessidade de ser interpretada por equações de regressão específicas. Não existem, na literatura, fórmulas que possam ser consideradas apropriadas para pessoas com paraplegia (imobilização nos membros inferiores) ou tetraplegias (imobilização nos membros superiores e inferiores) ou, ainda, pessoas com sequelas de poliomielite, por razões como a extrema variabilidade entre esses indivíduos. De forma a auxiliar nesse tipo de dificuldade, pode-se citar uma proposta relativamente nova de interpretação da bioimpedância - a análise vetorial (BIVA). Nesse tipo de investigação, a resistência (R) e a reatância (Xc) são obtidas a 50 kHz e normalizadas pela estatura, antes de serem plotadas em forma de um vetor bivariado.⁹ Deve-se considerar que Xc é o efeito resistivo produzido pelas interfaces dos tecidos e pelas membranas celulares a uma corrente elétrica alternada, enquanto R é a pura oposição a um condutor biológico. O ângulo de fase gerado reflete a contribuição entre R e a capacitância (arco tangente da relação de capacitância a R, transformada em graus). Os valores de Xc e do ângulo de fase têm sido apontados como de importância prognóstica no curso de várias doenças, como no câncer,¹⁰ na infecção viral por HIV¹¹ ou na Doença de Alzheimer.¹² A partir de todas essas informações, sugerimos que a análise por BIVA seja uma boa ferramenta de avaliação de pessoas com paraplegia, principalmente na impossibilidade de uma análise mais robusta e sensível como DEXA.

Como informação adicional, um grande número de informações recentes tem deixado claro que a atividade física, paralelamente

a um controle dietético apropriado, é fator fundamental para aquisição e/ou melhora da qualidade de vida de qualquer pessoa, incluindo as com imobilidades. Essas intervenções são capazes de melhorar a composição corporal, a função pulmonar, o sistema cardiovascular, a força e o condicionamento físico, além de proporcionarem importantes mudanças no aspecto psicológico.^{13,14} Entretanto, de forma a extrair o máximo de benefícios da atividade física, várias avaliações são necessárias, incluindo a avaliação do estado nutricional.¹⁵

Considerando o acima exposto, e também considerando a reduzida informação disponível na literatura sobre o estado nutricional de pessoas com paraplegia e outras imobilidades, o presente estudo tem como objetivo avaliar a composição corporal de pessoas com lesão medular e com sequelas de poliomielite, usando análises por DEXA e BIVA.

MÉTODO

O recrutamento dos participantes foi feito em diferentes clubes envolvidos com esportes para pessoas com deficiência física na cidade de São Paulo- SP- Brasil e foram incluídos todos os que se encaixavam nos critérios descritos abaixo. Trata-se, portanto, de uma amostra não probabilística e de conveniência.

Foram incluídos no estudo homens e mulheres que atendessem às seguintes condições: deveriam apresentar lesão medular baixa, de T5 a T12, e completa (grupo LM) ou sequelas de poliomielite em apenas um dos membros inferiores (grupo P), e deveriam referir essa condição há pelo menos um ano. Ainda, os participantes deveriam estar envolvidos em grupos de exercício físico (basquetebol em cadeira de rodas), deveriam praticar essa atividade há pelo menos um ano, exercitando-se pelo menos duas vezes por semana por um período mínimo de uma hora por dia. A idade dos participantes deveria estar entre 20 e 40 anos. Os diferentes gêneros foram pareados por idade e índice de massa corporal (IMC = peso/altura²).

As pessoas que se voluntariaram a participar foram devidamente esclarecidas quanto aos objetivos do estudo e aos procedimentos, e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, protocolo nº 50/2001.

Antropometria

Os participantes foram pesados em uma balança digital (Filizola®, precisão 100g), vestindo roupas leves. Aqueles que portavam próteses ou outros equipamentos ortopédicos foram solicitados a retirá-los, e foram pesados sem esse material. Os participantes que não puderam ser pesados na posição de pé foram acomodados sentados na plataforma da balança de forma que todo o peso corporal foi distribuído no centro da plataforma. Em seguida, os participantes foram acomodados em uma maca, na posição supina. Suas pernas foram estendidas, a cabeça posicionada no plano de Frankfurt, e os pés acomodados em flexão dorsal. O comprimento corporal foi determinado usando uma fita antropométrica inelástica, sendo a medida realizada dos pés à cabeça.

Análise por DEXA

A composição corporal por DEXA foi analisada com o equipamento Lunar (Lunar Corporation; Madison, Wisconsin, USA). Todos os participantes realizaram essa análise no mesmo dia das medidas antropométricas. Os sujeitos permaneciam deitados na maca do equipamento por um período de aproximadamente 20 minutos, enquanto era realizada a análise do corpo todo. A partir dos resultados, as seguintes variáveis foram incluídas na planilha de dados: massa adiposa (MA) e massa magra (MM). Foram ainda calculados a partir desses resultados, a porcentagem de gordura corporal (%G) e o índice relativo de massa magra (IRMM), que consiste na soma-tória da massa magra apendicular dividida pelo quadrado do comprimento corporal.⁶

Análise por bioimpedância elétrica

A análise por bioimpedância (Biodynamics 350e®) foi realizada após uma noite de repouso e jejum, no dia seguinte à avaliação por DEXA. Os participantes chegaram ao laboratório entre 07h00min e 09h00min e foram previamente avisados para não realizarem exercícios físicos no dia anterior, não ingerirem alimentos nas três horas anteriores ao teste, e a ingerirem água normalmente. A análise foi feita com os participantes na posição supina em uma superfície não condutiva, com os eletrodos devidamente colocados nas mãos e nos pés, nos locais especificamente determinados. É importante salientar que nas pessoas com poliomielite, os eletrodos foram colocados no lado não atingido pela paralisia, e esta foi a razão do critério de exclusão de indivíduos com os dois membros afetados. Anteriormente ao início da análise,

os sujeitos foram mantidos na posição supina por 10 minutos, para permitir a distribuição da água corporal. Os dados de BIA foram, então, analisados pela resistência (R) e reactância (Xo), plotados em um gráfico R/H Xc/H. Para a plotagem do gráfico, foi utilizado o software específico para a análise vetorial (Piccoli A Pastori G. BIVA SOFTWARE 2002. Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padova, Italy).

Análises Estatísticas

Os dados estão apresentados como média \pm desvio-padrão (DP). Entre o mesmo gênero, as diferentes origens da imobilização de membros inferiores (LM e P) foram comparadas pelo teste t-student para amostras independentes. As análises foram realizadas com o auxílio do software Statistica 7.0 (Statsoft, Inc.). O teste Hotteling T² foi usado para testar a igualdade de médias dos vetores associados à análise por bioimpedância dos diferentes grupos. Se a hipótese nula de igualdade era rejeitada, eram construídos intervalos de confiança simultâneos, para determinar quais componentes do vetor principal diferiam entre dois grupos. A distância Mahalanobis (D) entre dois grupos também foi calculada. Para essas duas últimas análises, foi adotado o software para BIVA (Piccoli A, Pastori G. BIVA SOFTWARE 2002. Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padova, Italy).

O nível aceitável de significância estatística foi estabelecido como $p < 0,05$ para todas as análises realizadas. Nas análises por bioimpedância, foi possível realizar a comparação estatística com uma população de referência, sem paraplegia, a partir das informações geradas no National Health and Nutrition Examination Survey.¹⁶ Entretanto, ainda não são disponíveis na literatura estudos com população de referência para as análises da composição corporal por DEXA. Por isso, o presente estudo, apenas para efeito de discussão dos dados, utilizou-se de informação disponível na literatura que analisou a composição corporal por outros métodos diferentes do DEXA.¹⁷

RESULTADOS

Voluntariaram-se para o estudo 24 homens e 13 mulheres. Destes, dois homens foram excluídos (um por apresentar sequelas de poliomielite em membros superiores, e um, com lesão medular, por ter adquirido a lesão há menos de um ano). Uma mulher foi excluí-

da também por ter adquirido a lesão medular há menos de um ano. Foram, portanto, incluídos no estudo 22 homens e 12 mulheres.

A Tabela 1 descreve as principais medidas antropométricas e de composição corporal dos participantes. Para os homens, o grupo LM apresentou maiores valores de massa magra (MM) que o grupo P. No que diz respeito à análise por BIVA, os homens do grupo P apresentaram maiores valores de resistência que os homens do grupo LM. Nas mulheres, não foram identificadas diferenças significativas entre as origens da paraplegia, para nenhuma das variáveis.

A Figura 1 descreve a análise por BIVA. O grupo P parece ter apresentado resultados menos satisfatórios do que os LM, especialmente entre os homens. Os homens do grupo P apresentaram maior resistência por altura (R/H) que os LM e, conseqüentemente, menor ângulo de fase. As mulheres do grupo P apresentaram maior R/H que as LM. A distância calculada entre os vetores de LM e P (valor D) foi estatisticamente significativa entre os homens, mas não entre as mulheres. Comparativamente aos valores de referência populacional, tanto os homens quanto as mulheres com LM tiveram seus resultados mais próximos à população de referência do que os grupos P.

DISCUSSÃO

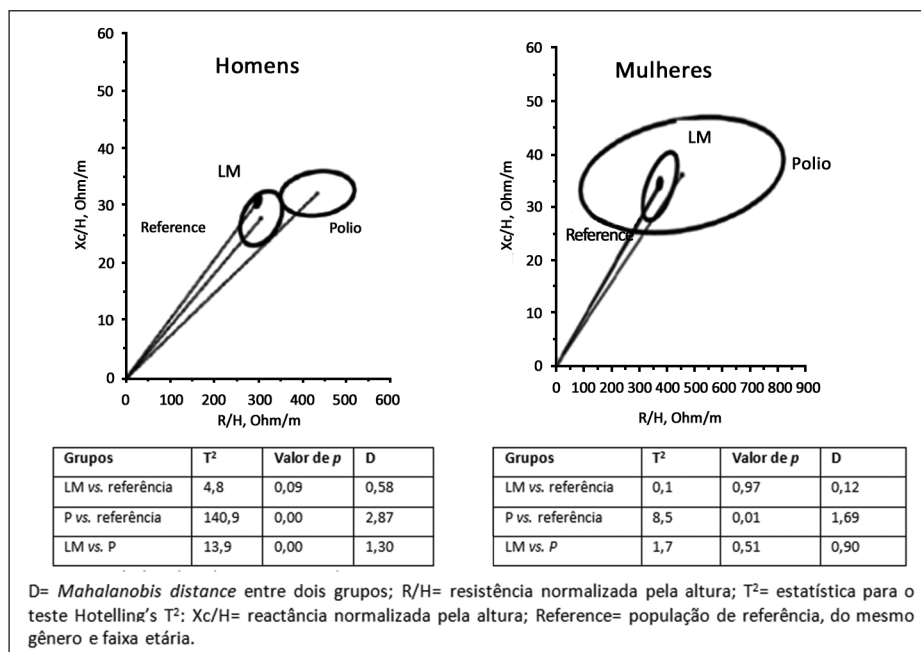
O presente estudo investigou e comparou a composição corporal de esportistas com poliomielite ou lesão medular, utilizando, quando possível, dados de população de referência. Como principais achados, as pessoas com imobilidades (LM ou P) apontaram valores diminuídos de massa magra e com comportamento elétrico diferenciado (maior resistência, menor reactância e menor ângulo de fase) em relação à população de referência, sem imobilidades. Ainda, os resultados parecem ser menos satisfatórios nos participantes com poliomielite.

Observações experimentais com análise por BIVA têm demonstrado valores diferenciados de resistência, reactância e ângulo de fase em indivíduos patologicamente magros (como nos casos de caquexia ou anorexia),⁹ em idosos com sarcopenia,¹⁸ e em diferentes situações de perda de motoneurônios.¹⁹ Valores elevados de resistência, ao mesmo tempo que podem significar um baixo estado de hidratação, podem referir-se a baixa qualidade da massa muscular. Em algumas situações (como as citadas acima), ocorre perda

Tabela 1. Variáveis antropométricas e de composição corporal dos participantes do estudo

Variável	Homens		Mulheres	
	LM (n = 15)	P (n = 18)	LM (n = 7)	P (n = 5)
Idade (anos)	28,7 ± 7,5	31,9 ± 8,6	34,0 ± 7,6	27,7 ± 5,5
IMC (Kg/m ²)	22,7 ± 3,3	22,5 ± 3,5	23,4 ± 3,9	27,3 ± 6,3
MA-Massa Adiposa (Kg) ¹	16,5 ± 12,3	14,0 ± 7,5	19,9 ± 8,0	27,2 ± 17,4
MM-Massa Muscular (Kg) ¹	48,7 ± 6,4*	39,0 ± 5,2	34,7 ± 3,3	39,5 ± 2,3
% gordura corporal ¹	21,9 ± 13,4	23,8 ± 11,2	32,8 ± 8,8	36,4 ± 14,8
IRMM ³ (Kg/m ²)	21,4 ± 4,2*	15,0 ± 4,7	15,7 ± 2,4	17,9 ± 2,1
Resistência /Ht (Ω/m) ²	306,2 ± 65,1*	434,5 ± 128,9	374,2 ± 44,5	453,4 ± 163,0
Reactância/Ht (Ω/m) ²	27,8 ± 6,4	32,1 ± 5,9	33,9 ± 4,6	36,0 ± 4,8

* diferença significativa ($p < 0,05$ - teste-*t* para amostras independentes); ¹ análise por DEXA; ² análise por BIA; ³ IRMM (índice relativo de massa magra) = massa muscular apendicular (medida por DEXA)/altura²

**Figura 1.** Posicionamento dos vetores de bioimpedância, para ambos os grupos e para a população de referência (NHANES III)

da massa magra corporal, enquanto a massa adiposa é preservada ou mesmo aumentada.²⁰ Se extrapolarmos essa afirmação para a comparação feita no presente estudo entre P e LM, observamos que LM apresenta maior quantidade de massa magra, sem diferença na gordura corporal, o que pode apontar para a possibilidade do grupo P apresentar um estado nutricional menos favorecido, tomando como indicador a massa muscular.

Os resultados referentes à gordura e massa muscular corporais analisados por DEXA a partir do NHANES III¹⁶ ainda não estão disponíveis na literatura científica, o que impediu a utilização desses dados comparativamente

aos participantes do presente estudo. A única fonte de informação desses componentes da composição corporal a partir do NHANES III foi publicada por Chumlea et al.;¹⁷ porém, esses valores foram estimados a partir da análise por bioimpedância elétrica. Outro agravante da utilização dessa referência americana é que os dados são avaliados por raça. Considerando a grande miscigenação da população brasileira, às vezes é praticamente impossível classificar uma pessoa como branca ou negra. Assim, apenas para que se tenha algum tipo de referencial para comparação, extraímos os dados da publicação de Chumlea et al.,¹⁷ para a faixa etária do presente es-

tudo, juntando as raças e estabelecendo um intervalo entre valores mínimos e máximos encontrados. Assim, no citado estudo, para os homens, o intervalo para o percentual de gordura corporal foi de 21,8% a 25,4% e, para as mulheres, 31,0% a 38,0%. Confrontando esses dados com o presente estudo, pode-se afirmar que o percentual de gordura das pessoas com imobilidades encontra-se próximo aos valores populacionais, sem comprometimentos. Fazendo o mesmo tipo de abordagem para a massa muscular absoluta, os dados de Chumlea et al.¹⁷ apontam, para os homens, valores entre 55,7 e 63,6 kg, e para as mulheres entre 40,8 e 46,4 kg. Esses valores situam os participantes do presente estudo abaixo do esperado, o que poderia ser, portanto, tido como baixa muscularidade. A despeito de ambos os grupos (LM e P) estarem nessa condição muscular, a análise estatística realizada aponta valores inferiores em P com relação à LM. Isso pode levar à especulação de que a qualidade do músculo em P pode ser menos favorável do que em LM. E, considerando essa especulação, pode-se, ainda, supor que o estado nutricional indicado pela composição corporal das pessoas com P é mais desfavorável do que LM. Obviamente, maiores investigações são necessárias para confirmar essas afirmações.

A imobilização é sabidamente relacionada a mudanças na composição dos tecidos corporais e dados da literatura confirmam essa afirmação. Em um estudo com mulheres colocadas imóveis na cama por 60 dias, a gordura da medula óssea da vértebra lombar aumentou, em média, 2,5%. Os osteoblastos e os adipócitos são derivados de uma mesma célula progenitora (célula tronco mesenquimal) na medula óssea.^{21,22} Essas importantes informações explicam o fato da imobilização promover mudanças na composição dos tecidos, mas não explicam o porquê do grupo P apresentar resultados desfavoráveis em relação ao grupo LM. Uma possibilidade é que o vírus da pólio geralmente é adquirido na infância, o que significa que a perda e ou modificação dos tecidos vem ocorrendo por um grande período de tempo, tempo esse maior do que dos participantes com LM. Entretanto, seria esperado que essas perdas se estabilizassem na vida adulta, a menos que outras complicações, como a síndrome pós-pólio, estivesse ocorrendo, o que não era o caso dos participantes.²³

Os resultados desfavoráveis nos grupos P foram também observados entre as mulheres, mas em menores proporções e sem significância estatística. Por um lado, deve-se

levar em consideração que essa ausência de significância possa ser devido ao pequeno tamanho amostral. Por outro lado, pode-se especular a existência de um componente hormonal que explique essa menor diferença entre as mulheres. Todas elas estavam em período fértil da vida, sem nenhum sinal de menopausa (todas elas tinham menos de 40 anos de idade) e isso pode representar uma proteção estrogênica. Bauman et al.,²⁴ em um estudo com gêmeos discordantes para a lesão medular, apontou, nessas últimas, uma tendência a maior concentração sérica de estradiol total.

Entretanto, mesmo levando em consideração a grande limitação da pouca representatividade amostral, o presente estudo chama a atenção para o fato de que, no acompanhamento de esportistas com paraplegia, é importante uma atenção diferenciada às sequelas de poliomielite. Geralmente, observa-se nesses grupos esportivos, uma preocupação maior às pessoas com LM, principalmente pela dupla perda (motora e sensitiva). Mesmo sendo a pólio um acometimento essencialmente motor, nossos resultados sinalizaram para um pior estado muscular (e, portanto, maior risco estado nutricional), a despeito da prática de exercício físico. Dados adicionais de avaliação nutricional, com o uso de marcadores bioquímicos e dietéticos, e com um maior número de avaliados, certamente poderão explorar e elucidar melhor esses achados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a: A. Piccoli and G. Pastori (Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padua, Italy) por cederem o software para análise por BIVA; à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento do projeto; e ao RHESUS-Medicina auxiliar, por

proporcionar as análises por DEXA. Os autores também expressam seus agradecimentos a todos os clubes que concordaram em fazer parte de grupo de avaliados.

REFERÊNCIAS

1. Souza PA. O esporte na paraplegia e tetraplegia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1994.
2. Garshick E, Kelley A, Cohen SA, Garrison A, Tun CG, Gagnon D, et al. A prospective assessment of mortality in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2005;43(7):408-16.
3. WHO. Polio: the beginning of the end. Geneva: WHO; 1997.
4. McColl MA. A house of cards: women, aging and spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2002;40(8):371-3.
5. Roubenoff R, Castaneda C. Sarcopenia—understanding the dynamics of aging muscle. *JAMA*. 2001;286(10):1230-1.
6. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755-63.
7. 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*. 1998;36(9):637-40.
8. Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, Vellas B. Bioelectric and anthropometric assessments and reference data in the elderly. *J Nutr*. 1993;123(2 Suppl):449-53.
9. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Buccianto G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney Int*. 1994;46(2):534-9.
10. Norman K, Smoliner C, Valentini L, Lochs H, Pirlich M. Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? *Nutrition*. 2007;23(7-8):564-9.
11. VanderJagt DJ, Huang YS, Chuang LT, Bonnett C, Glew RH. Phase angle and n-3 polyunsaturated fatty acids in sickle cell disease. *Arch Dis Child*. 2002;87(3):252-4.
12. Buffa R, Mereu RM, Putzu PF, Floris G, Marini E. Bioelectrical impedance vector analysis detects low body cell mass and dehydration in patients with Alzheimer's disease. *J Nutr Health Aging*. 2010;14(10):823-7.
13. Hooker SP, Wells CL. Physiologic responses of elite paraplegic road racers to prolonged exercise. *J Am Paraplegia Soc*. 1990;13(4):72-7.
14. Durán FS, Lugo L, Ramírez L, Eusse E. Effects of an exercise program on the rehabilitation of patients with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(10):1349-54.
15. Ribeiro SML, Silva RC, Castro IA, Tirapegui J. Assessment of nutritional status of active handicapped individuals. *Nutr Res*. 2005;25(3):239-49.
16. National Health and Nutrition Examination Survey [homepage on the Internet]. Atlanta: Center for Disease Control and Prevention – CDC; c2011 [cited 2011 Mar 28]. Available from: <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>
17. Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Heymsfield SB, et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002;26(12):1596-609.
18. Buffa R, Floris G, Marini E. Migration of the bioelectrical impedance vector in healthy elderly subjects. *Nutrition*. 2003;19(11-12):917-21.
19. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-23.
20. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenia obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(6):693-700.
21. Trudel G, Payne M, Mädlar B, Ramachandran N, Lecompte M, Wade C, et al. Bone marrow fat accumulation after 60 days of bed rest persisted 1 year after activities were resumed along with hemopoietic stimulation: the Women International Space Simulation for Exploration study. *J Appl Physiol*. 2009;107(2):540-8.
22. Qin W, Bauman WA, Cardozo C. Bone and muscle loss after spinal cord injury: organ interactions. *Ann N Y Acad Sci*. 2010;1211:66-84.
23. Beelen A, Nollet F, de Visser M, de Jong BA, Lankhorst GJ, Sargeant AJ. Quadriceps muscle strength and voluntary activation after polio. *Muscle Nerve*. 2003;28(2):218-26.
24. Bauman WA, Spungen AM, Wang J, Pierson RN Jr, Schwartz E. Relationship of fat mass and serum estradiol with lower extremity bone in persons with chronic spinal cord injury. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2006;290(6):E1098-103.