



## Densidade mineral óssea de pessoas com lesão medular após seis meses de treino locomotor com suporte parcial de peso

*Bone mineral density of spinal cord injured persons after six months of body weight support training*

Cynthia Maria Rocha Dutra<sup>[a]</sup>, Ericson Pereira<sup>[b]</sup>, João Egdoberto Siqueira<sup>[c]</sup>,  
Marciane Maria Kulczyki<sup>[d]</sup>, Luis Roberto Aguiar<sup>[e]</sup>, Elisangela Ferreti Manffra<sup>[f]</sup>

<sup>[a]</sup> Mestre em Tecnologia em Saúde, professora do curso de Fisioterapia da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: cytsica@gmail.com

<sup>[b]</sup> Mestre em Tecnologia em Saúde, professor do curso de Educação Física da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: ericsonpereira@gmail.com

<sup>[c]</sup> Mestre em Ciência do Desporto, professor do curso de Educação Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: eg.siqueira@gmail.com

<sup>[d]</sup> Mestre em Educação, fisioterapeuta do Centro Hospitalar de Reabilitação Ana Carolina Moura Xavier, Curitiba, PR - Brasil, e-mail: marciene.maria@gmail.com

<sup>[e]</sup> Doutor em Medicina, docente do programa de pós-graduação em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), área de concentração: Bioengenharia, Curitiba, PR - Brasil, e-mail: luiz.aguiar@pucpr.br

<sup>[f]</sup> Doutora em Ciências Naturais, docente do programa de pós-graduação em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), área de concentração: Bioengenharia, Curitiba, PR - Brasil, e-mail: elisangela.manffra@pucpr.br

---

### Resumo

**Introdução:** O treino locomotor com suporte parcial de peso (TLSP) pode ser aplicado na reabilitação de pessoas com lesão medular e proporcionar melhoras funcionais, da função cardiovascular e auxiliar na prevenção e tratamento da osteopenia e osteoporose, que são importantes complicações secundárias à LM. **Objetivos:** Este estudo teve como objetivo determinar e comparar a densidade mineral óssea (DMO) antes e após seis meses de TLSP em sujeitos com LM incompleta. **Método:** A amostra foi composta por oito voluntários, com LM com classificações (ASIA) A, B e D. O grupo foi submetido a sessões de treinos, três vezes por semana, com duração de 15 minutos, a uma velocidade de 1,5 km/h. A descarga de peso sobre membros inferiores era aumentada em 5% do peso corporal a cada duas semanas, passando de 20% até 65% do peso corporal, desde o início até o fim do período.

Foram realizados exames de densitometria óssea antes do início e logo após o encerramento do programa de treinamento. Resultados: Houve aumento na DMO média do fêmur total que, apesar de pequeno ( $0,05 \text{ g/cm}^2$ ), foi significativo ( $p = 0,034$ ). Nas demais regiões (colo do fêmur e trocânter) não houve alteração significativa. **Conclusão:** O TLSP pode ter auxiliado na manutenção da DMO nas regiões do colo do fêmur e trocânter.

**Palavras-chave:** Lesão medular. Treino locomotor. Desintometria óssea. Osteoporose.

### Abstract

**Introduction:** *Body weight support training (BWST) is a physical rehabilitation method applied for stimulating motor control recovery at neurological diseases. In the specific case of incomplete spinal cord injury (SCI), this method may help to improve functional capacity, cardiovascular function, as well as prevent and treat osteopenia and osteoporosis, which are important secondary complications of SCI.* **Objective:** *This study has the purpose to determine and compare the bone mineral density (BMD) before and after six months of BWST in people with incomplete SCI.* **Method:** *The sample of this study was composed for eight ASIA A, B and D SCI volunteers who took part in 15 minutes training sessions, three times a week, carried out on treadmill with speed of 1,5 km/h. The load over lower limbs was increased every two weeks in 5% of body weight, from 20% until 65% of body weight, along six months. Bone densitometry tests were carried out before the beginning and just after the training program.* **Results:** *There was a small ( $0,05 \text{ g/cm}^2$ ), but significant ( $p = 0,034$ ) improvement on femur BMD. In other regions (femoral neck and trochanter) there was no significant change (no gain or loss).* **Conclusion:** *The BWST can be aided by maintaining the BMD in the regions of femoral neck and trochanter.*

**Keywords:** *Spinal cord injury. Locomotor training. Bone densitometry. Osteoporosis.*

## Introdução

O sistema esquelético é composto por tecido conectivo vivo, dinâmico e rígido, que forma os ossos e as cartilagens do esqueleto humano (1). Além de dar sustentação ao corpo, esse esqueleto protege os órgãos internos e fornece pontos de apoio para fixação dos músculos. A formação e a manutenção dos ossos são dependentes da deposição de cálcio, que é parcialmente regulada pela quantidade de tensão imposta ao osso (2). O estímulo para a formação óssea depende do número e da frequência das deformações aplicadas ao osso; porém, concomitantemente a esses estímulos, é importante uma dieta rica em cálcio e a presença de osteoblastos (3), responsáveis pela regulação da remodelação óssea em resposta às mudanças mecânicas e do meio ambiente. De acordo com Segura et al. (4), o estresse mecânico aplicado aos ossos causaria uma mudança estrutural, atualmente chamada de remodelação óssea, também conhecida por Lei de Wolff.

No caso de pessoas que sofreram lesão medular (LM), a perda óssea é bem documentada na literatura (5-10), particularmente por provocar a osteoporose. Com o surgimento da osteoporose em pessoas com LM, poderá ocorrer um aumento do risco de fraturas

(11, 12), pois o osso torna-se mais frágil (2). Apesar de sua causa ainda não estar totalmente esclarecida (13), a osteoporose é mais acentuada em tetraplégicos do que em paraplégicos incompletos (14). Acredita-se que a diminuição da densidade mineral óssea (DMO) na LM deva-se ao desuso, ocasionado pela imobilidade, que causa atrofia muscular, principalmente nos ossos localizados na região abaixo da lesão (15), tal como é encontrado em indivíduos imobilizados com longa permanência em leitos e em astronautas (16).

O processo de osteoporose tem seu início quase imediatamente após o trauma e é evidenciado nas primeiras semanas após a lesão, em razão da remoção aguda da carga mecânica (17-20), com maior perda da DMO a partir do sexto mês e até dois anos após a lesão, seguido, então, de um declínio mais lento, de 3 a 6%. Esse declínio pode ser explicado pela alteração do sistema nervoso simpático, o que diminui o fluxo sanguíneo em algumas áreas do osso, levando à necrose celular e à ativação das células osteoclásticas pela diminuição ou inexistência de trocas gasosas e nutrientes, justificando a predominância da desmineralização nas áreas altamente vascularizadas (13, 21). Para o diagnóstico da osteoporose, pode-se utilizar o

exame de densitometria óssea, que se baseia essencialmente na avaliação da DMO, à qual se emprega a técnica *Dual Energy X-ray Absorptiometry* (DXA ou DEXA), em função de sua duração, precisão, segurança e custo. Essa técnica é considerada como o „padrão ouro“ na investigação da osteoporose (22, 23).

O treinamento locomotor com suporte parcial de peso corporal (TLSP) é um dos recursos terapêuticos utilizados na reabilitação física da LM. Este método consiste na sustentação parcial do peso corporal do indivíduo na posição ortostática, com auxílio de um sistema mecânico ou eletromecânico de suporte, enquanto profissionais (24) ou um sistema robótico (25) exercem movimentos nos membros inferiores (MMII), simulando o gesto da marcha sobre uma esteira elétrica (26).

O presente estudo buscou avaliar e comparar a DMO de membros inferiores antes e após seis meses de TLSP, em pacientes paraplégicos com lesões completas e incompletas.

## Materiais e métodos

Este estudo foi conduzido após aprovação pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (parecer n. 111/07) e contou com os seguintes critérios para inclusão de voluntários: tempo de LM maior que 6 meses; idade entre 18 e 45 anos; massa corporal inferior ou igual a 100 kg; tipo da lesão segundo a classificação da ASIA entre A e D; nível de LM abaixo ou igual a T1 e aptidão para a prática da atividade física (atestado médico). Seriam excluídos

do estudo indivíduos que: apresentassem problemas cardíacos e respiratórios ou possuíssem limitações em MMII sem associação com a lesão.

Para a seleção dos participantes da amostra, realizou-se contato telefônico com 52 indivíduos, a partir de lista fornecida pela Associação dos Deficientes Físicos do Paraná e somente 18 apresentaram interesse em conhecer a pesquisa. Estes foram, então esclarecidos sobre a mesma e consentiram em participar da mesma. Em seguida, estes voluntários foram entrevistados e encaminhados à avaliação física, realizada na Clínica de Fisioterapia da PUCPR por fisioterapeutas e um neurocirurgião. Após avaliação, foram selecionados oito voluntários com média de idade de  $28,6 \pm 7,0$  anos e média de tempo de lesão de  $25,8 \pm 15,5$  meses. As características dos voluntários são descritas na Tabela 1.

## Protocolo de TLSP

Os voluntários participaram de um programa de seis meses (24 semanas) de TLSP realizado no Laboratório de Engenharia de Reabilitação da PUCPR, 3 (três) vezes por semana, por 15 minutos cada sessão com velocidade de 1,5 km/h. Para maior flexibilidade de horários aos participantes, no caso da impossibilidade de agendar outro horário, foi permitida uma falta semanal.

A manipulação de membros inferiores foi realizada por auxiliares (graduandos do curso de Educação Física da PUCPR e fisioterapeutas). Estes auxiliares revezavam-se durante a sessão de treino para que

**Tabela 1** - Caracterização da amostra quanto à idade (anos), gênero, classificação funcional, nível e tempo (meses) de lesão

Indivíduo	Idade	Sexo	Classificação Frankel Modificada	Nível da Lesão	Tempo de Lesão
V1	25	F	D – Incompleta	T 11 - T 12	17
V2	23	M	A – Completa	T 12	24
V3	27	M	B – Incompleta	T 12	18
V4	32	M	A – Completa	T 4 - T 5	60
V5	22	M	A – Completa	T 12	12
V6	28	M	D – Incompleta	L 1	20
V7	44	M	A – Completa	T 8	19
V8	28	M	A – Completa	T 4	36

Fonte: Dados da pesquisa.

a qualidade da manipulação não fosse afetada pela sua fadiga. O tempo que cada auxiliar manipulava era de, no máximo, 5 minutos. Um profissional da fisioterapia supervisionava a manipulação e instruía os auxiliares a manterem o movimento adequado em cada passo. A fase de apoio era iniciada sempre com o toque do calcanhar na esteira e finalizada com desprendimento do pé da mesma (após o apoio do calcanhar do outro pé), com a manutenção do joelho em extensão desde o início do apoio do calcanhar com auxílio da mão posicionada sobre o mesmo. Na fase de apoio o auxiliar garantia a manutenção do joelho em extensão e na fase de balanço realizava a flexão do mesmo e o deslocamento do pé para a parte posterior da esteira.

A descarga de peso em membros inferiores (MMII) foi iniciada em 20% do peso corporal e progrediu até 65% (média do grupo). Normalmente a carga era aumentada em 5% a cada duas semanas. Porém, caso a nova carga gerasse dificuldade na extensão do joelho ou provocasse realização incorreta das fases da passada, a carga original era mantida por mais uma semana.

### Medida da DMO e análise dos dados

A avaliação inicial da DMO foi realizada uma semana antes do voluntário iniciar o programa de TLSP e a avaliação final, no máximo após uma semana do seu término. A avaliação inicial de seis participantes foi realizada em um aparelho da marca Lunar, para

os outros dois voluntários utilizou-se um aparelho da marca GE, devido à avaria do primeiro aparelho e indisponibilidade de um equipamento idêntico ao mesmo. A avaliação final de todos os voluntários foi realizada no segundo aparelho. O fêmur proximal direito foi avaliado e foram obtidos valores de DMO para colo do fêmur, trocânter e fêmur total.

A comparação dos valores obtidos em equipamentos diferentes foi realizada levando-se em consideração os valores de incerteza fornecidos nos laudos dos exames, os quais variam conforme a região avaliada. Para tanto, em cada situação foram calculados os valores:

$$DMO^+ = DMO^0 + \text{Incerteza} \quad (1)$$

$$DMO^- = DMO^0 - \text{Incerteza} \quad (2)$$

Foram então calculadas as médias dos valores de DMO<sup>0</sup> (valor central, fornecido diretamente pelos laudos), dos valores de DMO<sup>+</sup> e DMO<sup>-</sup> que correspondem ao valor central acrescido ou subtraído da incerteza conforme as expressões (1) e (2). A normalidade dos dados foi então verificada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk. Como os dados eram normais, as médias inicial e final das variáveis foram comparadas usando-se o teste t de *Student*. O nível de significância adotado foi de 0,05.

### Resultados

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da DMO das avaliações inicial e final, de cada voluntário, juntamente com as incertezas de cada medida.

**Tabela 2** - Resultados da DMO pré e pós as 24 semanas de treino para cada voluntário da pesquisa e incertezas dos equipamentos

Voluntário	DMO Colo do Fêmur (g/cm <sup>2</sup> )		DMO Trocânter (g/cm <sup>2</sup> )		DMO Fêmur Total (g/cm <sup>2</sup> )	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
V1	0,874±0,01*	0,934±0,014**	0,542±0,02*	0,556±0,014**	0,819±0,02*	0,851±0,014**
V2	0,790±0,014**	0,795±0,012**	0,525±0,014**	0,520±0,012**	0,525±0,014**	0,660±0,014**
V3	0,898±0,014**	0,793±0,012**	0,609±0,014**	0,587±0,012**	0,609±0,014**	0,677±0,014**
V4	0,706±0,01*	0,741±0,014**	0,555±0,02*	0,583±0,014**	0,661±0,02*	0,698±0,014**
V5	0,666±0,01*	0,570±0,014**	0,521±0,02*	0,570±0,014**	0,596±0,02*	0,679±0,014**
V6	1,004±0,01*	1,008±0,014**	0,532±0,02*	0,540±0,014**	0,586±0,02*	0,540±0,014**
V7	1,001±0,01*	0,999±0,01*	0,585±0,02*	0,554±0,02**	0,987±0,02*	1,101±0,02**
V8	0,930±0,01*	0,933±0,014**	0,593±0,02*	0,601±0,014**	0,752±0,02*	0,762±0,014**

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (\*) Incerteza do equipamento da marca Lunar e (\*\*) do equipamento da marca GE.

Observa-se que parte da amostra, 62,5%, apresentou variação positiva de valores do exame inicial para o final no colo femoral (voluntários 1, 2, 4, 6 e 8) e trocânter (1, 4, 5, 6 e 8).

A Tabela 3 apresenta as médias dos valores de  $DMO^0$ ,  $DMO^+$  e  $DMO^-$  em todo o grupo de voluntários e os valores de p resultantes das comparações entre avaliação inicial e final.

## Discussão

Por não ter uma identificação precisa de suas causas (13), e ser a osteoporose uma das principais complicações secundárias à LM, a monitoração e controle da DMO apresentam grande importância, pois o agravo pode levar a fraturas em decorrência da fragilidade aumentada dos ossos (2,6,7,27). A técnica DEXA de mensuração da DMO, utilizada no presente estudo, é considerada como o “padrão ouro” na investigação da osteoporose (22), ainda que se refira o uso de marcadores bioquímicos (osteocalcina sérica - OC e a fosfatase alcalina óssea - B-ALP), úteis na fase aguda, momento em que a DMO ainda não evidencia alterações significativas (28). Porém, como um dos critérios de exclusão do estudo era que o indivíduo apresentasse mais de 6 meses de lesão, considerou-se esta técnica como adequada para o

estudo. Uma limitação deste estudo foi não ter sido possível utilizar o mesmo equipamento em todas as avaliações. Por esse motivo, para possibilitar o julgamento dos resultados obtidos, foram apresentadas e levadas em conta as incertezas dos equipamentos.

Os resultados da Tabela 2 mostram valores estáveis e até mesmo aumento em alguns casos. Pode-se considerar que estes resultados são promissores tendo em vista que, após a LM, a maior perda de DMO ocorre do sexto mês até dois anos após a lesão, com declínio de 3 a 6% ao ano (2, 21), havendo uma estabilização após esse período (2, 29). Se fosse possível considerar essa taxa como linear ao longo do tempo, então seria esperado que todos os sujeitos da amostra, exceto GT4 e GT8, apresentassem, no mínimo, perdas de 1,5% ao longo dos seis meses de treino.

O comportamento da DMO do grupo todo pode ser analisado a partir da Tabela 3, na qual se observa que o fêmur total apresentou aumento significativo no valor da  $DMO^0$  após seis meses de treino. Nas regiões colo do fêmur e trocânter, não houve alteração significativa (nem ganho nem perda). Isso sugere que a perda óssea possa ter sido inibida ou tenha havido discreto ganho de densidade, pelo efeito mecânico da permanência em pé durante o treino e pela ação, ainda que passiva, de membros inferiores durante o deambular assistido, como ocorrido em estudos de Faulkner et al. (30). Por ser o esqueleto humano sensível aos estímulos físicos e ambientais e responder a eles por alterações tanto na massa óssea quanto na arquitetura óssea (31). O resultado aqui obtido pode estar relacionado a estímulos de desenvolvimento de osteoblastos, por meio do efeito piezoelétrico citado por Bankoff et al. (32) e referenciado por Carvalho, Carvalho e Cliquet Jr. (2). Esses estudiosos, que afirmaram o aumento da massa óssea relacionada à atividade física e a diminuição de massa óssea observada em pacientes acamados e em lesados medulares, comprovam a grande influência do estímulo biofísico sobre o esqueleto. A ausência de um grupo controle neste estudo não permite atribuir os resultados observados unicamente ao TLSP. No entanto, dada a aderência dos indivíduos ao programa de treinamento (não houve desistências nem ausências), eles receberam um estímulo de carga controlado sobre membros inferiores bastante diferenciado em relação às suas atividades de vida diária que certamente contribuiu para manutenção da DMO.

**Tabela 3** - Médias dos valores de densidade mineral óssea levando-se em consideração as incertezas de medição

	Colo do Fêmur	Trocânter	Fêmur Total
$DMO^0$ Inicial ( $g/cm^2$ )	0,859	0,550	0,692
$DMO^0$ Final ( $g/cm^2$ )	0,847	0,564	0,746
Valor de p	0,580	0,524	<b>0,034</b>
$DMO^-$ Inicial ( $g/cm^2$ )	0,848	0,539	0,673
$DMO^+$ Final ( $g/cm^2$ )	0,86	0,578	0,761
Valor de p	0,577	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>
$DMO^+$ Inicial ( $g/cm^2$ )	0,87	0,576	0,710
$DMO^-$ Final ( $g/cm^2$ )	0,834	0,550	0,731
Valor de p	0,128	<b>0,022</b>	0,351

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Em negrito estão valores de p que revelaram diferença significativa entre os valores inicial e final.

## Conclusão

O protocolo de treino locomotor aplicado pode ter auxiliado na manutenção da DMO nas regiões colo do fêmur e trocânter.

## Agradecimentos

Este estudo recebeu apoio financeiro da Fundação Araucária, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) na forma de bolsa de mestrado para C.M.R.D e E.P.

## Referências

- Hansen JT, David RL. Anatomia clínica de Netter. Porto Alegre: Artmed; 2007.
- Carvalho DCL, Carvalho MM, Cliquet A Jr. Osteoporose por desuso: aplicação na reabilitação do lesado medular. *Acta Ortop Bras.* 2001;9(3):34-43.
- Teti A, Zallone A. Do osteocytes contribute to bone mineral homeostasis? Osteocytic osteolysis revisited. *Bone.* 2009;44:11-6. doi:10.1016/j.bone.2008.09.017.
- Segura DCA, Nascimento FC, Petroski EL, Klein D, Fermiño D, et al. Relação entre atividade física e osteoporose. *Arq Ciênc Saúde Unipar.* 2007;11(1):51-60.
- Brito CMM, Battistella LR, Sakamoto H, Saito ET. Densidade mineral óssea após lesão medular. *Acta Fisiatr.* 2002;9(3):127-33.
- Clasey JL, Janowiak AL, Gater DR. Relationship between regional bone density measurements and the time since injury in adults with spinal cord injuries. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(1):59-64. doi:10.1016/S0003-9993(03)00358-7.
- Dionyssiatis Y, Trovas G, Galanos A, Raptou P, Papaioannou N, Papagelopoulos P, et al. Bone loss and mechanical properties of tibia in spinal cord injured men. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2007;7(1):62-8. PMID:17396008.
- Dudley-Javoroski S, Shields RK. Muscle and bone plasticity after spinal cord injury: review of adaptations to disuse and to electrical muscle stimulation. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(2):283-96. doi:10.1682/JRRD.2007.02.0031.
- Phillips SM, Stewart BG, Mahoney DJ, Hicks AL, McCartney N, Tang JE, et al. Body-weight-support treadmill training improves blood glucose regulation in persons with incomplete spinal cord injury. *J Appl Physiol.* 2004;97(2):716-24. doi:10.1152/jappphysiol.00167.2004.
- Shields RK, Schlechte J, Dudley-Javoroski S, Zwart BD, Clark SD, Grant SA, et al. Bone mineral density after spinal cord injury: a reliable method for knee measurement. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(10):1969-73. doi:10.1016/j.apmr.2005.06.001.
- Lazo MG, Shirazi P, Sam M, Giobbie-Hurder A, Blacconiere MJ, Muppidi M. Osteoporosis and risk of fracture in men with spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2001;39(4):208-14. doi:10.1038/sj.sc.3101139.
- Teng YD, Pham L, Newton K, Yu D, Liao W-L, Kohler T, et al. Spinal cord injury causes rapid osteoclastic resorption and growth plate abnormalities in growing rats (SCI-induced bone loss in growing rats). *Osteoporos Int.* 2008;19(5):645-52. PMID:17987335.
- Rodrigues D, Herrera G. Physical therapy resources in prevention of bone mineral density loss in patients with spinal cord injury – literature review. *Acta Ortop Bras.* 2004;12(3):83-8.
- Tsuzuku S, Ikegami Y, Yabe K. Bone mineral density differences between paraplegia and quadriplegic patients: a cross-sectional study. *Spinal Cord.* 1999;37(5):338-61. doi:10.1038/sj.sc.3100835.
- Frotzler A, Berger M, Knecht H, Eser P. Bone steady-state is established at reduced bone strength after spinal cord injury: a longitudinal study using peripheral quantitative computed tomography (pQCT). *Bone.* 2008;43(3):549-55. doi:10.1016/j.bone.2008.05.006.
- Lam H, Qin Y-X. The effects of frequency-dependent dynamic muscle stimulation on inhibition of trabecular bone loss in a disuse model. *Bone.* 2008;43:1093-100. doi:10.1016/j.bone.2008.07.253.
- Bruin E, Vanwanseele B, Dambacher MA, Dietz V, Stüssi E. Long term changes in the tibia and radius bone mineral density following spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2005;43(2): 96-101. doi:10.1038/sj.sc.3101685.
- Dauty M, Verbe BP, Maugars Y, Dubois C, Mathe JF. Supralesional and sublesional bone mineral density in spinal cord-injured patients. *Bone.* 2000;27(2):305-9. doi:10.1016/S8756-3282(00)00326-4.
- Demulder A, Guns M, Ismail A, Wilmet E, Fondou P, Bergmann P. Increased osteoclast-like cells formation in long-term bone marrow cultures from patients with a spinal cord injury. *Calcif Tissue Int.* 1998;63(5):396-400. doi:10.1007/s002239900547.

20. Sabo D, Blaich S, Wenz W, Hohmann M, Loew M, Gerner HJ, et al. Osteoporosis in patients with paralysis after spinal cord injury - across sectional study in 46 male patients with dual-energy X-ray absorptiometry. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001;121(1-2):75-8. doi:10.1007/s004020000162.
21. Douglas E, Garland MD, Adkins RH, Stewart CA, Ashford R, Vigil D. Regional osteoporosis in women who have a complete spinal cord injury. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001;83(8):1195-200.
22. Curiel MD, Carbonell C, Lopez JMQ. Osteoporosis in Spain: map of resources for diagnosing. *J Clin Densitom.* 2008;11(4):561-7. doi:10.1016/j.jocd.2008.05.096.
23. Högström M. Vitamins, fatty acids, physical activity and peak bone mass. Department of Surgical and Perioperative Sciences Sports Medicine-Umea University. [cited Nov. 2008]. Available from: [http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn\\_nbn\\_se\\_umu\\_diva-1451-2\\_fulltext.pdf](http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn_nbn_se_umu_diva-1451-2_fulltext.pdf).
24. Martins CL, Cardoso SD, Cliquet A. Improvement of metabolic and cardiorespiratory responses through treadmill gait training with neuromuscular electrical stimulation in quadriplegic subjects. *Artif Organs.* 2006;30(1):56-63. doi:10.1111/j.1525-1594.2006.00180.x.
25. Domingo A, Sawicki G, Ferris DP. Kinematics and muscle activity of individuals with incomplete spinal cord injury during treadmill stepping with and without manual assistance. *J Neuroeng Rehabil.* 2007;4(32):1-14. PMID:17244363.
26. Wilson MS, Qureshy H, Protas EJ, Holmes SA, Krouskop TA, Sherwood AM. Equipment specifications for supported treadmill ambulation training: a technical note. *J Rehabil Res Dev.* 2000;37(4):415-22. PMID:11028697.
27. Giangregorio LM, McCartney N. Reduced loading due to spinal-cord injury at birth results in "slender" bones: a case study. *Osteoporos Int.* 2007;18:117-20. doi:10.1007/s00198-006-0201-3.
28. Maïmoun L, Couret I, Micallef JP, Peruchon E, Mariano-Goulart D, Rossi M, et al. Use of bone biochemical markers with dual-energy X-Ray absorptiometry for early determination of bone loss in persons with spinal cord injury. *Metabolism.* 2002;51(8):958-63. doi:10.1053/meta.2002.34013.
29. Brito CMM, Battistella LR. Perspectivas diagnósticas e terapêuticas da osteoporose após lesão medular. *Acta Fisiatr.* 2004;11(1):28-33.
30. Faulkner RA, Bailey DA, Drinkwater DT, Wilkinson AA, Houston CS, McKay HA. Regional and total body bone mineral content, bone mineral density, and total body tissue composition in children 8-16 years of age. *Calcif Tissue Int.* 1993;53(1):7-12. doi:10.1007/BF01352007.
31. Duncan RL, Turner CH. Mechanotransduction and the functional response of bone to mechanical strain. *Calcif Tissue Int.* 1995;57(5):344-58. doi:10.1007/BF00302070.
32. Bankoff ADP, Zylberberg TP, Schiavon LM. A osteoporose nas mulheres pós menopausa e a influência da atividade física: "uma análise de literatura". *Rev Educ Fís/UEM.* 1998;9(1):93-101.

Recebido: 12/07/2012

Received: 07/12/2012

Aprovado: 09/08/2012

Approved: 08/09/2012