

Revisão

O uso do suporte de peso corporal como alternativa para o condicionamento físico e a reabilitação de lesados medulares

The use of body weight support as an alternative for physical conditioning and rehabilitation of patients with spinal cord injury

Frani Hass da Silva, Ft.*, Alessandro Haupenthal, M.Sc.**, Daniela Pacheco dos Santos***, Caroline Ruschel**, Helio Roesler, D.Sc.****

.....
*Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina – CEFID/UEDESC, **Professor do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID/UEDESC, ***Especialista em Fisioterapia e formada no CEFID-UEDESC, ****Professor do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte do CEFID/UEDESC

Resumo

O objetivo deste estudo é analisar o uso do suporte de peso corporal (SPC) para o condicionamento físico e a reabilitação do lesado medular. O levantamento foi realizado através da seleção e listagem de estudos relacionados ao tema em língua portuguesa, inglesa e espanhola a partir do ano de 1990. Pôde ser constatado que existem alguns consensos sobre a utilização do SPC na reabilitação e prática de atividade física adaptada para indivíduos com lesão medular. Com esse sistema o tratamento é facilitado pela suspensão de uma parte do peso do paciente, pela ativação do gerador de padrão central (GPC) e pelo auxílio do terapeuta. Além disso, ocorre um menor gasto energético por parte do paciente e também não existem riscos de quedas. A utilização do SPC pode trazer benefícios motores como a reeducação da marcha e melhora da estabilização do tronco. Como uma forma de atividade física, promove alterações fisiológicas benéficas ao paciente, principalmente no sistema cardiovascular. Assim, pode auxiliar na diminuição da incidência das doenças secundárias à lesão medular.

Palavras-chave: suporte de peso corporal, atividade física e reabilitação.

Abstract

The objective of this study was to analyze the use of body weight support in physical activity and rehabilitation for subjects with spinal cord injury. There were included in this review studies published in Portuguese, English and Spanish from 1990 to 2008. It could be evidenced some consensus on the use of body weight support for rehabilitation and physical activity for subjects with spinal cord injury. With the use of this system the treatment is facilitated by suspending part of the patient weight, by activating the central pattern generator and by the therapist assistance. Moreover the energy consumption is lower and there are no risks of falls. The use of body weight support can bring motor benefits like gait re-education and improvement of trunk stabilization. As a form of physical activity, it promotes beneficial physiological alterations to the patient, mainly in cardiovascular system. Thus, it can assist to decrease the incidence of secondary illnesses related to spinal cord injury.

Key-words: body weight support, physical activity and rehabilitation.

Recebido em 8 de março de 2009; aceito em 28 de agosto de 2009.

Endereço para correspondência: Alessandro Haupenthal, Av. Ivo Silveira, 177/802, 88085-001 Estreito Florianópolis SC, Tel: (48)3348-3252, E-mail: dedsnet@yahoo.com.br

Introdução

A lesão medular é uma das formas mais graves entre as síndromes incapacitantes, constituindo-se em um verdadeiro desafio para a reabilitação. Tal dificuldade decorre da importância da medula espinhal, que não é apenas uma via de impulsos aferentes e eferentes entre as diversas partes do corpo e o cérebro, como também um centro regulador [1]. Este centro controla importantes funções como a respiração, a circulação, a bexiga, o intestino, o controle térmico e a atividade sexual [2].

Em 1991 houve um consenso definitivo para a avaliação e classificação das lesões medulares, sendo a lesão medular definida pela *American Spinal Injury Association (ASIA)* como uma diminuição ou perda da função motora e/ou sensorial e/ou anatômica, podendo ser uma lesão total ou parcial, devido ao trauma dos elementos neuronais dentro do canal vertebral [3].

As lesões medulares estão cada vez mais frequentes devido principalmente ao aumento da violência urbana. Os acidentes de trânsito e as lesões por arma de fogo são as causas mais comuns, acometendo na maioria das vezes, jovens do sexo masculino [4]. Segundo Roland [5] a razão homem-mulher é no mínimo 3:1. Cerca de 60% dos casos ocorrem em pessoas em idade produtiva entre 16 e 30 anos, mas a média está aumentando com o crescimento da longevidade do ser humano e estima-se que no Brasil haja cerca de 6.000 casos anuais [6]. Estas lesões acarretam importantes alterações no organismo do indivíduo e na qualidade de vida, exigindo um programa de reabilitação longo e oneroso, que na maioria das vezes não leva à cura, mas à adaptação do indivíduo à sua nova condição [3,7].

Após a lesão medular o paciente apresenta diversas alterações sistêmicas, agudas e crônicas, o que leva a maior parte desta população a tornar-se sedentária. As alterações cardiovasculares advindas da lesão neural associadas ao sedentarismo propiciam o surgimento de dislipidemias, doenças cardiovasculares, respiratórias, entre outras. Estudos epidemiológicos constataram que as doenças cardiovasculares são as principais causas de morbidade e mortalidade nos lesados medulares [4,8,9]. Foram relatados também altos índices de ansiedade e depressão em portadores de deficiência física [10].

A reabilitação tem sempre como objetivo principal o retorno à função normal ou ao estado anterior ao acometimento [2]. Em lesados medulares o retorno à função normal é limitado devido a não regeneração neural e aos distúrbios cardiovasculares que ocorrem após a lesão. Estudos atuais mostram a existência de um aglomerado de neurônios localizados na região lombar da medula espinhal de humanos, denominado de *Central Pattern Generator* ou Gerador de Padrão Central (GPC), antes somente estudado em gatos [11,12]. Esses trabalhos sugerem certa independência deste centro em relação ao encéfalo, o que proporciona uma maneira de reabilitar esses pacientes estimulando reflexos primitivos,

como a marcha, e reciprocamente melhorando o sistema cardiovascular. A melhora do quadro motor e do sistema cardiovascular proporciona o ingresso do lesado medular à atividade física, e é uma maneira de reabilitar e diminuir a incidência de doenças secundárias.

Um dos principais objetivos da reabilitação do lesado medular é o retorno da capacidade de deambulação. Os métodos tradicionais para o tratamento da marcha como barras paralelas, muletas, auxílio manual, têm se mostrado difíceis de serem aplicados e, muitas vezes, o paciente demonstra-se insatisfeito com os resultados alcançados [13,14].

Uma alternativa aos métodos tradicionais para o treino de marcha é o suporte de peso corporal (SPC). Com este sistema o tratamento é facilitado pela suspensão de uma parte do peso do paciente, pela ativação do GPC e pelo auxílio do terapeuta. Além disso, ocorre um menor gasto energético por parte do paciente e também não existem riscos de quedas [15].

O SPC além da ativação do GPC promove a ação conjunta sobre o sistema neuromotor e cardiovascular, o que não é evidenciado em estudos utilizando outros equipamentos [16,17]. Após a promoção da reabilitação, a atividade física pode vir como a principal forma de manutenção e melhora das funções orgânicas do paciente.

Material e métodos

Para este estudo de revisão foi realizada uma busca nos portais: periódico da CAPES, MedlineR, ScienceDirect e PubMed além das revistas e congressos brasileiros da área de saúde no período de janeiro de 2007 a junho de 2008. Foram selecionados artigos completos a partir dos unitermos: suporte de peso corporal (*body weight-supported treadmill training – BWSTT, supported treadmill ambulation training – STAT, Laufband therapy*), lesão medular (*spinal cord injury*) e paraplegia. Dessa forma, foram selecionados os artigos que eram relacionados ao tema desde 1990 até 2008.

Resultados e discussão

Suporte de peso corporal (SPC)

Restaurar a deambulação requer variadas técnicas e geralmente exige assistência considerável do terapeuta para segurar o peso do paciente e aumentar seu equilíbrio. No treino de marcha convencional muitas vezes o resultado não satisfaz o paciente, com padrões assimétricos de movimento e, principalmente, com dificuldade de percorrer maiores distâncias [18,19]. Para otimizar este processo, deu-se início a prática de reabilitação na esteira, e mais tarde, o treino de marcha na esteira com suporte de peso corporal [14,20-22].

Suporte de peso corporal é um sistema de suspensão, o qual reduz a força resultante entre a força gravitacional e a força de suspensão, diminuindo a carga sobre o aparelho musculoesquelético durante o treino de marcha em esteira. A suspensão

segura parcialmente o peso do paciente e com isso a marcha é facilitada. A facilidade da marcha ocorre também devido ao maior controle de tronco, ao auxílio da marcha pela esteira e ao auxílio do terapeuta que pode atuar nas características da marcha que foram diagnosticadas como deficitárias [13,17,20-22].

Gerador de padrão central (GPC): justificativa para o SPC

Um aglomerado de neurônios localizados na região lombar da medula espinhal é denominado de Gerador de Padrão Central (GPC). Esta rede de neurônios comanda ativações e relaxamentos rítmicos de músculos da perna e coordena os movimentos de uma perna em relação aos movimentos da outra [23,24]. Normalmente estes centros são modulados por aferências periféricas e eferências do sistema nervoso central. Quando houver uma desconexão da medula espinhal com centros neuronais superiores, o GPC pode gerar movimentos alternados de pernas e também pode ser treinado para realizar movimentos específicos [25].

Os estudos com gatos que sofreram secção medular trouxeram excelentes resultados sobre a reabilitação e restauração do padrão motor desses mamíferos. Estes resultados serviram de guia para os estudos em humanos, pois o padrão básico de locomoção nesses dois mamíferos não possui diferenças importantes. A diferença entre gatos e primatas, é que os primatas necessitam mais do tracto corticoespinhal para o movimento motor [12]. Estudos sobre medula espinhal de humanos deram evidências de que existe um GPC em humanos, similar ao que existe em gatos [11].

Melhoras funcionais no padrão locomotor são percebidas em lesados medulares com lesões completas e incompletas, quando treinados com sustentação de peso corporal. A mais importante resposta é a melhor modulação da atividade elétrica dos músculos das extremidades inferiores e um aumento da habilidade para suportar o peso corporal. Isto sugere que centros locomotores espinhais podem ser ativados em pacientes com lesão medular de uma maneira similar com o que ocorre no treinamento de gatos com lesões medulares [23,26-28]. Dobkin [16] ressalta que independente de aferências sensoriais ou comandos supraespinhais, o GPC mantém os padrões oscilatórios de flexão e extensão dos membros inferiores para promover a marcha.

Wirz *et al.* [29] através de eletromiografia de gastrocnêmicos detectaram aumento significativo na atividade elétrica muscular durante treino de marcha para pacientes com lesão medular completa. Esses resultados terão ainda maior importância quando houver intervenção com terapias que promovam a regeneração neural. A base fisiológica para esta melhora na atividade motora se deve principalmente a adaptação do caminho neural para a entrada de estímulos proprioceptivos após a lesão. Em pacientes com lesão medular incompleta o fortalecimento dos sinais para o córtex deve também contribuir para a melhora funcional [28,29].

Beres-Jones [27] caracterizou a importância das aferências sensoriais, mesmo em lesados medulares severamente comprometidos. O *feedback* periférico interage com os centros da medula espinhal, adaptando a postura e a marcha de acordo com as mudanças da velocidade do movimento. Bastiaanse [30] declara que os impulsos aferentes, derivados de proprioceptores articulares e sensores cutâneos podem induzir reflexos, alguns destes, agindo diretamente sobre o GPC e promovendo o reflexo de marcha e a correção postural durante a deambulação. Duysens [12] relata que os movimentos corporais são continuamente adaptados, mostrando o quanto as aferências periféricas são necessárias para captar o máximo de informações sobre o contexto do movimento fazendo sinapse com neurônios motores a fim de melhorar a mecânica da marcha.

Em estudos realizados com animais foi comprovado que a carga é relacionada com a entrada de informações que podem ativar o GPC, tendo como reflexo a marcha. A carga imposta é a utilização de menor suporte de peso que promove maior ativação de músculos essenciais ao movimento da marcha. O que comprova que as aferências sensoriais são essenciais na ativação do GPC [30].

O processo de reabilitação

A fisioterapia tem importante papel na assistência aguda do paciente lesado medular visando facilitar uma transição rápida e eficiente para o processo de reabilitação. Isso pode incluir a prevenção de deformidades, maximização da função muscular e respiratória e aquisição de postura em pé [31]. Quando os pacientes se recuperam dos problemas agudos, são feitos planos de reabilitação baseados no prognóstico de futuras habilidades funcionais. Para se obter um serviço eficiente, os programas de reabilitação devem ser baseados na escolha de metas realistas [3].

Os principais objetivos são evitar as complicações, promover independência em termos de alimentação e ingestão de líquidos, cuidados no vestir e higiene, controle da bexiga e intestino, sentar e sair da cadeira de rodas e a capacidade de usá-la, retorno às atividades laborais e se possível retorno da marcha com uso de dispositivos, evitando o desenvolvimento de doenças secundárias. Diante das mudanças ocorridas na vida do indivíduo vítima de trauma raquimedular, a sua reintegração familiar e comunitária dentro das maiores possibilidades físicas e funcionais é fundamental [3].

Lesados medulares, além dos distúrbios motores, apresentam alterações cardiovasculares principalmente o reduzido retorno venoso devido à falta de vasoconstrição mediada pelo sistema nervoso autônomo (SNA) simpático e a contração muscular, agindo como uma bomba cardiovascular [7]. Dessa forma, para reabilitação e treinamento de lesados medulares se constroem modelos e técnicas para promover o estresse benéfico do exercício para esta população e formas de melhorar o retorno venoso dos membros inferiores. As

mobilizações passivas, a eletroestimulação neuromuscular associada com movimentos passivos, o cicloergômetro para membros inferiores na forma passiva, o exercício ativo para membros superiores, a eletroestimulação neuromuscular associada com deambulação e a sustentação de peso corporal (SPC) são as principais formas para reabilitar e exercitar esta população [32-35].

Atividade física e o lesado medular

A sessão aeróbia de treinamento tem finalidade profilática e terapêutica. Profilática porque visa melhorar o funcionamento do organismo e, terapêutica porque visa tratar distúrbios e deficiências do organismo [36].

O exercício físico gera diversos efeitos fisiológicos que refletem diretamente sobre o funcionamento do corpo humano. Estas alterações fisiológicas estão relacionadas com o nível inicial e limitações genéticas do praticante, o tipo de exercício praticado, a intensidade e duração, frequência semanal e manutenção dos efeitos da atividade física [37].

As alterações fisiológicas têm como grande resultado influenciar significativamente e positivamente o funcionamento do aparelho motor, circulatório e respiratório. Existem diversos estudos relacionando a prática de atividades físicas aeróbias realizadas por portadores de deficiência física e seus efeitos fisiológicos. Tal prática tem-se mostrado favorável a manutenção da saúde, quebra do ciclo debilitativo e diminuição de complicações médicas.

A falta de atividade física facilita o acúmulo de gordura e aumenta as quantidades de colesterol e triglicerídeos no sangue [2,38]. Estas condições fazem parte dos fatores de risco para a doença coronariana [39]. Os riscos de morte em lesados medulares se elevam quando associado à hiperinsulinemia e elevado índices de gordura corporal. A dislipidemia refere-se a altos níveis de colesterol total, LDL e triglicerídeos, somados a baixos valores de HDL. A resistência à insulina aparece em boa parte dos paraplégicos, aproximadamente 50%. A causa vem sendo apontada como a falta de atividade física, aumento da gordura corporal e disfunção no SNA, principalmente o SNA simpático [40,41].

Alguns estudos visam mensurar e avaliar as variáveis fisiológicas e as adaptações de lesados medulares advindas da atividade física. Jacobs *et al.* [42] verificou que lesados medulares possuem maiores valores de frequência cardíaca, com menores volumes sistólicos ao repouso e em atividade. Além disso, os pacientes com lesão medular alcançam menores valores máximos de trabalho com conseqüentes menores VO_2 máx que pessoas normais, embora não havendo diferença significativa nos valores máximos de FC [42]. Estes estudos também mostram que a bradicardia e hipotensão observada nos lesados medulares durante o repouso podem estar relacionadas com a regulação neural da função cardiovascular, devido à disfunção simpática para o coração e para os vasos sanguíneos abaixo do nível

de lesão, que juntamente com a perda da bomba muscular esquelética conduzem a redução do retorno venoso e da eficiência cardíaca [43].

O aumento da FC exibido por lesados medulares durante exercício submáximo tem sido descrito como um mecanismo compensatório devido ao decréscimo do volume sistólico. A diminuição do mesmo é atribuída à redução do retorno venoso dos membros inativos (paralisados) devido, em parte, à perda da vasoconstrição mediada pelo SNA simpático abaixo do nível da lesão [42]. Campbell *et al.* [44] afirma que essa diminuição do VS durante exercício submáximo também decorre do direcionamento do fluxo sanguíneo para a pele afim de termorregular. A vasodilatação cutânea e o resfriamento da pele são mecanismos-chave para prevenir um aumento excessivo da temperatura corporal durante o exercício [44].

Gates *et al.* [45] realizaram estudo para verificar a adaptação aguda do ventrículo direito do coração de lesados medulares na prática de atividades físicas envolvendo diferentes metabolismos energéticos e o sedentarismo. Detectou-se que acontecem pequenas adaptações do ventrículo direito ao treinamento em atletas paraplégicos, houve um mínimo aumento da espessura da parede ventricular quando comparada a indivíduos sedentários, entretanto o treino aeróbio *versus* o treino anaeróbio não trouxe diferenças ao músculo cardíaco [45].

Em exercícios de longa duração Campbell *et al.* [44] encontrou que lesados medulares com lesão entre T1 e T7 apresentam um inicial aumento da FC e após, atingem um platô, demonstrando a menor ou nenhuma ativação do SNA simpático.

A atividade física visa reduzir o risco e combater as doenças secundárias atuando sobre o sistema de regulação da FC, proporcionando maior variabilidade da FC em repouso devido ao aumento do tônus parassimpático, aumentando o gasto energético e associado a outros fatores pode diminuir os quadros de dislipidemias e com isso diminuir o risco de morte por doença cardíaca [46]. Proporciona melhora do metabolismo do açúcar, podendo em longo prazo diminuir a incidência de diabetes tipo-2 [41]. Proporciona melhora do sistema musculoesquelético, mantendo a constituição muscular e óssea próxima a níveis normais [40].

Conclusão

A lesão do sistema nervoso provoca uma diminuição da integração necessária entre caminhos motores, sensitivos e autonômicos, portanto causando efeitos profundos na saúde e capacidade física. Dependendo do nível e tipo de lesão espinal, esta população estará entre as mais fisicamente descondicionadas, o que é comprovado com a grande incidência de problemas como: dislipidemias, doenças cardiovasculares, insuficiência circulatória arterial, desordens na coagulação, doenças respiratórias, doenças articulares e ósseas e dor neuromuscular.

O ajuste cardiovascular em paraplégicos sobrecarrega o coração, que mantém o débito cardíaco a custo de elevados batimentos cardíacos em repouso e durante atividade física. O nível da lesão definirá a morbidade no sistema cardiovascular dos paraplégicos. Lesões acima de T7 trazem maiores sintomas desfavoráveis à atividade física e condicionamento, enquanto lesões abaixo de T7 possuem melhor ajuste cardiovascular e menor paralisia muscular abdominal.

A indicação do SPC como uma boa alternativa para reabilitação e condicionamento físico do lesado medular deve-se à ativação do GPC, e a sua ação conjunta sobre o sistema neuromotor e cardiovascular, não evidenciada em estudos utilizando outros equipamentos.

O treino de marcha com SPC é uma alternativa para a reabilitação do lesado medular, sendo eficiente, seguro e confortável para o paciente. Deve ser realizado com a porcentagem mínima de suporte que gere a marcha normal do paciente. O terapeuta deve corrigir as dificuldades na marcha diagnosticadas na avaliação durante o tratamento que deve ser realizado na velocidade mais alta possível, desde que confortável e dentro de parâmetros fisiológicos e cardiovasculares. Posteriormente a quantidade de suporte deve ser diminuída até ser eliminada.

SPC no lesado medular, além de trazer benefícios mecânicos como a melhora da estabilidade do tronco e a reeducação do modo de caminhar, traz benefícios cardiovasculares, como a maior atuação do sistema nervoso autônomo parassimpático em repouso e quando associado à EENM promove o aumento do retorno venoso, diminuindo os quadros de morbidade. Além disso, torna os lesados medulares aptos a deambular e realizar atividade física com manutenção do sistema motor e cardiovascular, sem contar, os benefícios psíquicos e sociais.

A partir dos dados dos estudos analisados na literatura podemos destacar o SPC como uma alternativa que pode facilitar e melhorar o processo de recuperação funcional terapêutica. Além disso, seu uso pode ser oferecido como alternativa de atividade física aos lesados medulares. Assim, este estudo poderá proporcionar o conhecimento sobre o instrumento para a reabilitação e atividade física para o lesado medular, afim de em um futuro próximo implementar sua utilização em hospitais, clínicas e centros de reabilitação e atividade física para deficientes físicos.

Referências

- Guyton A, Hall J. Tratado de fisiologia médica. 9ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997.
- Lianza S. Medicina de reabilitação. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.
- Maynard FM, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF, Donovan Wh. International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Spinal Cord* 1997;35:266-274.
- Whiteneck G, Charlifue S, Frankel H. Mortality, morbidity, and psychosocial outcomes of persons spinal cord injured more than 20 years ago. *Paraplegia* 1992; 30: 617-630.
- Roland LP. Tratado de Neurologia. 9ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997.
- Noreau L, Fougeyrollas P. Long-term consequences of spinal cord injury on social participation: the occurrence of handicap situations. *Disabil Rehabil* 2000;22(4):170-80.
- Hopman MT, Monroe M, Dueck C, Phillips WT, Skinner JS. Blood redistribution and circulatory responses to submaximal arm exercise in persons with spinal cord injury. *Scand J Rehabil Med* 1998; 30:167-74.
- Devivo M, Black K, Stover S. Causes of death during the first 12 years after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:248-54.
- Cambier J, Masson M, Dehen H. Manual de neurologia. 9a ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1999.
- Vall J, Braga VAB, Almeida PC. Estudo da qualidade de vida em pessoas com lesão medular traumática. *Arq Neuropsiquiatr* 2006;64: 451-5.
- Dietz V. Spinal cord generators for locomotion. *Clin Neurophysiol* 2003;114:1379-89.
- Duysens J, Van De Crommert H. Neural control of locomotion; part 1: The central pattern generator from cats to humans. *Gait posture* 1998;7:131-41.
- Visitin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke* 1998;29(6):1122-8.
- Cunha IT, Lim PAC, Qureshy H, Monga T, Protas EJ. A comparison of regular rehabilitation and regular rehabilitation with supported treadmill training for acute stroke patients. *J Rehabil Res Dev* 2001;38(2):245-55.
- Finch L, Barbeau H, Arsenault B. Influence of body weight support on normal human gait: development of a gait retraining strategy. *Phys Ther* 1991;71(11):842-52.
- Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D. Weight-supported treadmill vs overground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology* 2006;66(2):484-92.
- Barbeau H, Visintin M. Optimal outcomes obtained with body-weight support combined with treadmill training in stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1458-65.
- Coelho JL, Abrahão F, Mattioli R. Aumento do torque muscular após tratamento em esteira com suporte parcial de peso em pacientes com hemiparesia crônica. *Rev Bras Fisioter* 2004;8(2):137-43.
- Daly J, Roenigk KL, Butler KM, Gansen JL, Fredrickson E, Marsolais B, et al. Response of sagittal plane gait kinematics to weight-supported treadmill training and functional neuromuscular stimulation following stroke. *J Rehabil Res Dev* 2004;41(6A):807-20.
- Hauptenthal A, Schutz G, Souza P, Roesler H. Análise do suporte de peso corporal para o treino de marcha. *Fisioter Mov* 2008;21(2):85-92.
- Protas E, Holmes A, Qureshy H, Johnson A, Lee D. Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:825-31.
- Wilson MS, Protas EJ, Holmes A, Krouskop TA, Sherwood AM. Equipment specifications for supported treadmill ambulation training: A technical note. *J Rehabil Res Dev* 2001;37(4).
- Van De Crommert HWAA, Mulder T, Duysens J. Neural control of locomotion: sensory control of the central pattern generator and its relation to treadmill training. *Gait Posture* 1998;7:251-63.

24. Lacquaniti F, Grasso R, Zago M. Motor patterns in walking. *News Physiol Sci* 1999;14(4): 168-74.
25. Kalb GR. Getting the spinal cord to think for itself. *Arch Neurol* 2003;60:805-8.
26. Burke RE, Degtyarenko AM, Simon ES. Patterns of locomotor drive to motoneurons and last-order interneurons: Clues to the structure of the CPG. *News Physiol Sci* 2001;45:134-9.
27. Beres-Jones J, Harkema SJ. The human spinal cord interprets velocity-dependent afferent input during stepping. *Brain* 2004;127: 2232-46.
28. Dimitrijevic MR, Gerasimenko Y, Pinter MM. Evidence for a spinal central pattern generator in humans. *Ann N Y Acad Sci* 1998;860:360-76.
29. Wirz M, Colombo G, Dietz V. Long term effects of locomotor training in spinal humans. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001;71:93-6.
30. Bastiaanse CM, Duysens J, Dietz V. Modulation of cutaneous reflexes by load receptor input during human walking. *Exp Brain Res* 2000;135:189-98.
31. Zeilig G, Dolev M, Weingarden H, Blumen N, Shemesh Y, Ohry A et al. A. Long term morbidity and mortality after spinal cord injury, 50 years of follow-up. *Spinal Cord* 2000;38: 563-6.
32. Field-Fote EC. Combined use of body weight support, functional electric stimulation, and treadmill training to improve walking ability in individuals with chronic incomplete spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:818-24.
33. Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1990;80:421-7.
34. Hicks A, Adams MM, Martin Ginis K, Giangregorio L, Latimer A, Phillips SM, et al. Long-term body-weight-supported treadmill training and subsequent follow up in persons with chronic SCI: effects on functional walking ability and measures of subjective well-being. *Spinal Cord* 2005;43(5):291-8.
35. Lindquist ARR, Silva IAB, Barros RML, Mattioli R, Salvani TF. A influência da estimulação elétrica funcional associada ao treinamento em esteira com suporte parcial de peso na marcha de hemiparéticos. *Rev Bras Fisioter* 2005;9(1):109-12.
36. Wu S, Williams T. Factors influencing sport participation among athletes with spinal cord injury. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(2):177-82.
37. Weineck J. *Biologia do esporte*. 7a ed. Barueri: Manole; 2005.
38. Greve JM, Casalis ME, Filho TE. *Diagnóstico e tratamento da lesão da medula espinhal*. São Paulo: Roca; 2001.
39. Barreto ACP, Negrão CE. *Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata*. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2005.
40. Jacobs P, Nash M. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Med* 2004;34(11):727-51.
41. Phillips S, Stewart BG, Mahoney DJ, Hicks AL, McCartney N, Jang JE, et al. Bodyweight-support treadmill training improves blood glucose regulation in persons with incomplete spinal cord injury. *J Appl Physiol* 2004;97(2):716-24.
42. Jacobs, LP, Mahoney, TE, Robbins, A. Hypokinetic circulation in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(9):1401-7.
43. Paolillo FR, Paolillo AR, Cliquet A. Respostas cardio-respiratórias em pacientes com traumatismo raquimedular. *Acta Ortop Bras* 2005;13(3):149-52.
44. Campbell IG, Clyde W, Henryk KA. Physiological and metabolic responses of wheelchair athletes in different racing classes to prolonged exercise. *J Sports Sci* 2004;8:449-58.
45. Gates P, Campbell I, George K. Absence of training-specific cardiac adaptation in paraplegic athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(11):1699-704.
46. Ditor D. Effects of body weight supported treadmill training on heart rate variability and blood pressure variability in individuals with spinal cord injury. *J Appl Physiol* 2005;98: 1519-25.