



Treino locomotor com suporte parcial de peso corporal na reabilitação da lesão medular: revisão da literatura

Locomotor training with partial body weight support in spinal cord injury rehabilitation: a review

Cristina Maria Rocha Dutra^[a], Cynthia Maria Rocha Dutra^[b],
Auristela Duarte de Lima Moser^[c], Elisangela Ferretti Manffra^[c]

^[a] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: cristinadutra1101@hotmail.com

^[b] Professora mestre da Universidade Tuiuti do PR - Curitiba, Paraná, Brasil, e-mail: cytsica@gmail.com

^[c] Professoras doutoras do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, P - Brasil, e-mails: elisangelaferretti@gmail.com, auristela.lima@gmail.com

Resumo

Introdução: O treino locomotor com suporte de peso corporal (TLSP) é utilizado há aproximadamente 20 anos no campo da reabilitação em pacientes que sofrem de patologias neurológicas. O TLSP favorece melhoras osteomusculares, cardiovasculares e psicológicas, pois desenvolve ao máximo o potencial residual do organismo, proporcionando a reintegração na convivência familiar, profissional e social. **Objetivo:** Identificar as principais modalidades de TLSP e seus parâmetros de avaliação com a finalidade de contribuir com o estabelecimento de evidências confiáveis para as práticas reabilitativas de pessoas com lesão medular. **Materiais e métodos:** Foram analisados artigos originais, publicados entre 2000 e 2011, que envolvessem treino de marcha após a lesão medular, com ou sem suporte parcial de peso corporal, e tecnologias na assistência do treino, como biofeedback e estimulação elétrica funcional, entre outras. **Resultados:** A maioria dos participantes dos estudos era do sexo masculino; os níveis de lesão variavam de C3 a L3; ASIA teve pontuações de A a D; os tempos de lesão variaram entre 0,3 meses a 33 anos. Também se verificou que não há consenso em relação ao protocolo de TLSP. **Conclusão:** O treino locomotor com suporte de peso corporal mostra-se viável na reabilitação de pacientes que sofrem de uma patologia neurológica como a lesão medular. Independentemente do

protocolo de treino utilizado, os benefícios referentes ao aumento da força muscular, manutenção ou aumento da densidade óssea, diminuição da frequência cardíaca e aumento do condicionamento físico estão presentes

Palavras-chave: Suporte de carga. Marcha. Lesão medular.

Abstract

Introduction: *The locomotor training with bodyweight support (LTBWS) has been used for approximately twenty years in the field of rehabilitation in patients who suffer from neurological pathologies. The LTBWS favors these improvements muscle, cardiovascular and osteo-psychological, because maximum residual potential develops the body, providing reintegration into the familial, social and professional.* **Objective:** *Identify the main methods of assessment and their parameters LTBWS with the purpose of contributing to the establishment of reliable evidence for the rehabilitation practice of people with spinal cord.* **Materials and methods:** *Original articles were analyzed, published between 2000 and 2011, involving gait training after spinal cord, with or without partial body weight support, and training assistance technologies such as functional electrical stimulation and biofeedback among others.* **Results:** *The majority of the participants of the studies was male; injury levels ranged from C3 to L3, ASIA had scores from A to D; injury times ranged from 0.3 months 33 years. Also it was noted that there is no consensus regarding LTBWS Protocol.* **Conclusion:** *The locomotor training with bodyweight support shows up, viable in the rehabilitation of patients who suffer from a neurological pathology such as the spinal cord, regardless of training protocol used the benefits relating to increases in muscular strength, maintaining or increasing bone density, decreased heart rate, increase in physical conditioning are present.*

Keywords: *Weight-bearing. Gait. Spinal cord injury.*

Introdução

O treino locomotor com suporte de peso corporal (TLSP) tem sido proposto como uma alternativa para a reabilitação de pessoas com lesão medular (LM), com o intuito de desenvolver ao máximo o potencial residual do organismo e auxiliar a reintegração na convivência familiar, profissional e social.

Os trabalhos iniciais de TLSP foram de Lois Finch e Hugues Barbeau (1), sendo o pesquisador canadense Hugues Barbeau (2) o pioneiro no uso de TLSP. A fundamentação teórica para o desenvolvimento do TLSP advém dos trabalhos que estudaram a recuperação da locomoção em gatos com LM (2, 3). Gatos adultos com LM completa, incapazes de movimentar suas patas traseiras logo após a lesão, quando colocados na esteira e estimulados a andar com o suporte de peso, conseguiram dar passos com suas patas traseiras após sete meses de TLSP.

Uma possível explicação neurofisiológica para essas respostas motoras seria que o movimento contínuo da esteira e a repetição das passadas poderiam estimular os circuitos neurais de controle da locomoção, que compõem o chamado gerador central de padrões (GCP) de nível medular (4, 5).

O GCP é responsável por produzir o padrão cíclico da marcha mesmo após a LM, pois se encontra na medula espinal (6, 7). A ativação do GCP durante o treinamento na esteira poderia favorecer os processos de plasticidade neural, regulando a interação entre o GCP e a atividade reflexa periférica. O treino estimula a atividade neuronal e ativa os centros espinais de controle da locomoção. Dessa forma, as repostas sinápticas e celulares dos circuitos de controle do GCP poderiam ser mais flexíveis ou moduladas de forma mais adequada na esteira do que no solo (8).

O TLSP em pacientes com lesão medular incompleta pode ser um importante aliado na reabilitação motora, principalmente por meio da plasticidade neural (9), o que proporciona o aprendizado de um novo padrão de marcha. Esse aprendizado depende de *inputs* sensoriais específicos, associados com o desempenho de uma tarefa motora e a prática repetitiva dessa tarefa (10).

O aprendizado motor traz melhoras da biomecânica dos Membros inferiores (MMII), como pelve e tornozelo, por meio do aumento da amplitude de movimento das articulações envolvidas e na força dos MMII, garantindo mais estabilidade durante a marcha (11). Essas mudanças periféricas contribuem com a melhora do

controle motor, que se reflete no aumento da velocidade (12) e da independência da marcha (13).

Além dos ganhos motores, muitos estudos apontam para o potencial do TLSP em proporcionar ganho de capacidade aeróbica (14), redução do risco de doenças cardiovasculares (15), melhora da autoimagem, autoestima, satisfação com a vida (16) e manutenção da densidade mineral óssea pelo efeito mecânico a partir da contração muscular (17-19), o que contribui para o aumento da força nos MMII (20). Destaca-se, ainda, a manutenção e o aumento da resistência para a prática de atividade física (21). Foi observado que o uso regular do TLSP proporciona benefícios à condição cardiovascular, tanto central (coração) (22) como na temperatura periférica (vasos) (23), reduzindo fatores de risco para doenças cardiovasculares (20) e aumentando a regulação da FC e da PA (21, 24), bem como na qualidade e ganho de independência funcional (25). O TLSP em pacientes com lesão medular incompleta é fundamental para a recuperação física, principalmente por meio da plasticidade neural (9) e com o uso de células-tronco (26).

Apesar da aplicação do TLSP na reabilitação da LM ter sido proposta e estudada há mais de 20 anos, ainda não se tem um consenso sobre os parâmetros da sua aplicação e sobre todos os efeitos que ele pode produzir. Isso porque existem diferenças metodológicas na aplicação do treino e nas análises realizadas. Por exemplo, os movimentos passivos necessários ao TLSP podem ser realizados por um técnico ou roboticamente assistidos por uma órtese robótica (27). O TLSP poder ser associado a técnicas como a realidade virtual ou a estimulação elétrica funcional (2, 28). Os protocolos utilizam diferentes velocidades, faixas de descarga de peso e durações, como velocidade de 2.7 km/h, 80% de descarga de peso corporal, duração do treino de 10 minutos (25) ou velocidade de 0.6 km/h, 60% de descarga de peso e 60 minutos de duração de treino (23).

Alguns autores dedicam-se a estudar o aprendizado motor, ou seja, buscam compreender como as pessoas adquirem as habilidades motoras. Em contrapartida, outros autores estudam os ganhos físicos após o treinamento.

Devido ao potencial que o TLSP apresenta na reabilitação da LM de forma convencional ou mesmo como auxiliar na terapia com células-tronco, considera-se que uma revisão da literatura é relevante para a formação de uma visão geral sobre os efeitos do treino observados e sua associação com os protocolos utilizados. O objetivo deste artigo de revisão foi, portanto, identificar as

principais modalidades de TLSP e seus parâmetros de avaliação, com a finalidade de contribuir com o estabelecimento de evidências confiáveis para as práticas reabilitativas de pessoas com lesão medular.

Materiais e métodos

A busca de informações foi realizada nas bases Wiley Online Library, ScienceDirect, SciELO, BioMed Central, MEDLINE, LILACS e Google Acadêmico. Os idiomas selecionados foram português e inglês e as palavras-chave utilizadas foram: *body weight-supported, treadmill training, spinal cord injury, gait training, robotic-assisted* — treino locomotor, suporte parcial de peso, lesão medular, treino de marcha e terapia robótica assistida.

Foram revisados somente artigos originais que envolvessem treino de marcha após a lesão medular, com ou sem suporte parcial de peso corporal, e tecnologias na assistência do treino, como biofeedback e estimulação elétrica funcional, entre outras.

Foram descartados os trabalhos que visassem treino locomotor em patologias não decorrentes de lesão medular e artigos que não explicitassem a modalidade de avaliação. A janela de tempo pesquisada foi de 2000 a 2011. Após a realização da busca nas bases de dados foram lidos os *abstracts* e eliminadas as duplicações. Dos trabalhos selecionados, foram extraídas informações a respeito dos seguintes tópicos: treino locomotor com suporte parcial de peso corporal, treino de marcha, eletromiografia e lesão medular.

Resultados

A síntese elaborada baseou-se em 43 referências para a confecção das tabelas referentes aos protocolos com TLSP. O número total de artigos utilizados no estudo foi de 44, sendo que os anos de 2005 e 2006 tiveram o maior número de publicações selecionadas (oito artigos para cada ano).

A Tabela 1 apresenta características relativas às amostras e se houve ou não grupo controle. Dividiu-se a tabela de acordo com o número de participantes em cada pesquisa, discriminando-se o sexo e dados referentes à lesão medular como classificação da American Spinal Injury Association (ASIA), nível e tempo de lesão.

Verifica-se, na Tabela 1, que a maioria dos participantes dos estudos era do sexo masculino; os níveis de

Tabela 1 – Amostra e classificação amostral utilizada nas pesquisas sobre TLSP

Continua

Autor	Grupo controle		Número de participantes		Características da LM			Tempo de lesão (meses)
	Sim	Não	M	F	ASIA	Nível	Idade	
Behrman e Harkema (25)		X	4		A – C – D	C6 – T9	20 – 45	3 – 120
Colombo et al. (26)	X		3	2		C4	24 – 70	
Colombo, Wirz e Dietz (29)		X	29	3	A – D		26 – 72	
Tordi et al. (30)		X	5				18 – 40	
Field-Fote (31)		X	13	6	C		31,7 ± 9,4	12 – 171
Wirz, Colombo e Dietz (32)		X	30	2	A – B – C – D	C4 – T12	19 – 72	
Field-Fote e Tepavac (33)		X	9	5	C	T10	18 – 50	70 ± 47,6
Cikajilo, Matjacic e Bajd (34)		X	1		C	C4 – C5	30	4
Dobkin et al. (35)	X		146		B – C – D	C4 – L3	16 – 70	
Pepin, Norman e Barbau (36)	X		13	1	D	C5 – T11	28 – 40	10 – 240
Jezernik et al. (37)		X	6			C3 – L2	38 – 73	
Phillips et al. (38)		X	8	1	C	C4 – T12		97 – 120
Hesse, Werner e Bardeleben (39)		X	3	1	C – D	C5 – L2	44 – 62	3 – 180
Grasso et al. (40)	X		8	3	A – B – C	C7 – L2		
Stewart et al. (41)		X	8	1	C	C4 – T12		8,1 ± 2,5
Behrman et al. (42)			1		D	C5 – C6	55	
Carvalho e Cliquet Jr. (43)		X	20		A	C4 – C7	33,8 ± 8,7	17 – 180
Ditor et al. (24)		X	6	2	B – C	C4 – C5	27,6 ± 5,2	9,6 ± 7,5
Field-Fote, Lindley e Sherman (44)		X	27			C3 – T10	22 – 63	12
Hicks et al. (45)		X	11	3	B – C	C4 – L1	20 – 53	14 – 288
Hornby, Zemon e Campbell (46)		X	2	1	B – C	C6 – T2	13 – 43	0,3 – 18
Wirz et al. (47)		X	18	2	C – D	C5 – L1	40,5	240
Thomas e Garonassi (48)		X	8	2	C – D	C3 – L1	29 – 78	8 – 336
Adams et al. (49)		X		1	B	C4	27	5
Carvalho e Cliquet Jr. (50)	X		20			C4 – C8	33,8 ± 8,7	78,6 ± 56,2
Carvalho et al. (17)	X		21		B	C4 – C8	31,9 ± 8,0	25 – 180
Dobkin et al. (51)			146		B – C – D	C5 – L3	16 – 70	
Carvalho et al. (52)	X		11		A			
Effing et al. (53)			3		C – D	C5 – C7	45 – 51	29 – 198
Lünenburger et al. (54)	X		19	3	A – B	C4 – L1	21 – 67	2 – 396
Dobkin et al. (55)		X	107/38		C e D / B			
Phadke et al. (56)	X		16		D	C4 – T1	51,4 ± 7,2	3 – 720
Prosser (57)		X		1	A	C4	5	10
Domingo, Sawicki e Ferris (58)	X		3	3	C – D	C4 – T12	24 – 55	64 – 144
Dobkin et al. (55)		X	146		B – C – D	C5 – L3		
Jayaraman et al. (59)		X	4	1	C – D	C6 – T4	18 – 70	8 – 200
Lam et al. (60)		X	5	4	D	C4 – L1	46 – 73	1,8 – 161,9
Musselman et al. (61)			2	2	C	C5 – T12	24 – 61	12 – 276
Nooijen, Hoeve e Field-Fote (62)			75			T12		
Phadke et al. (63)	X		9	3	C – D	C3 – T1	22 – 76	3 – 880

Tabela 1 – Amostra e classificação amostral utilizada nas pesquisas sobre TLSP

Conclusão

Autor	Grupo controle		Número de participantes		Características da LM			
	Sim	Não	M	F	ASIA	Nível	Idade	Tempo de lesão (meses)
Turiel et al. (22)	X		10	4			50,6 ± 17,7	
Protas et al. (64)	X		3		C – D	T8 – T12	34 – 48	24 – 156

Legenda: M = sexo masculino; F = sexo feminino; ASIA = classificação funcional das alterações sensório-motoras decorrentes da lesão medular, variação de A (maior comprometimento) a E (normal).

Fonte: Dados da pesquisa.

lesão variavam de C3 a L3, caracterizando voluntários paraplégicos e também tetraplégicos; a classificação da ASIA teve pontuações de A a D, sendo que as maiores presenças foram para as classificações C e D, que representam lesões medulares incompletas; os tempos de lesão variaram entre 0,3 meses a 33 anos (396 meses).

Observou-se que o desenho experimental de cunho longitudinal (as coletas são feitas por um longo período) teve uma frequência oito vezes maior que o das pesquisas transversais, em que os dados são coletados em um determinado espaço de tempo, estudos de curta duração.

A Tabela 2 mostra os parâmetros utilizados no TLSP nos últimos dez anos e evidencia as diferenças metodológicas na aplicação do treino e nas análises realizadas.

Foi verificado o percentual de peso que cada voluntário suportou durante o treino de marcha, observando-se que a carga de 40% do peso corporal foi a de maior utilização. A maioria dos protocolos (25%) baseou-se em um tempo de 30 minutos de treinamento, o restante (75%) variou o tempo de treinamento entre 10 e 90 minutos.

Os meios para a realização do treino locomotor foram o uso de esteira, solo (treinamento de marcha tradicional) ou a mescla de ambos. O número de protocolos que utilizaram a esteira foi aproximadamente quatro vezes maior que o dos protocolos que fizeram uso de esteira/solo. Alguns autores (6 de 44) não informaram o tipo de treinamento utilizado, não definindo se o treinamento foi somente sobre o solo ou realizado de outra maneira.

Além do período total de treinamento aplicado aos participantes durante os protocolos, eles eram subdivididos em sessões semanais, e a maior incidência (36,36%) de sessões foi de cinco vezes na

semana. O TLSP é efetuado por meio de movimentos de marcha dos participantes, sendo que esses movimentos podem ser executados de maneira ativa (pelo próprio participante sem auxílio externo), ativa assistida (auxiliado parcialmente por mecanismos externos) e passiva (realizado totalmente com auxílio externo). O movimento passivo pode ser realizado de maneira manual (técnico realiza a função perdida) ou robótica (órtese eletromecânica realiza o movimento). A utilização do TLSP com auxílio manual foi verificada em 76,7% dos estudos analisados.

Discussão

Características amostrais

O objetivo deste artigo foi identificar as principais modalidades de TLSP e seus parâmetros de avaliação, com a finalidade de contribuir com o estabelecimento de evidências confiáveis para as práticas reabilitativas de pessoas com lesão medular. Sendo assim, verificou-se que o TLSP pode ser um importante aliado na reabilitação motora de lesados medulares, o que proporciona o aprendizado de um novo padrão de marcha, principalmente por meio da plasticidade neural (9). Tal aprendizado depende de inputs sensoriais específicos, associados com o desempenho de uma tarefa motora e a prática repetitiva desta tarefa (10). A medula integra-se à informação supraespinal aferente e, com prática repetitiva, pode melhorar o output motor. Portanto, as atividades baseadas em terapia, especificamente, proveem ativação do sistema neuromuscular abaixo do nível da lesão com o objetivo de “retreinar” o sistema nervoso e recuperar tarefas motoras específicas (70).

Tabela 2 – Protocolos de TLSP e respectivos resultados

continua

AUTOR	PROTÓCOLO						Velocidade	FES	Resultados
	Apoio	Auxílio	Tempo de sessão (min)	Descarga de peso	Frequência semanal	Período (meses)			
Behrman e Harkema (25)	E/S	M	10	80	3 – 5	1 – 5	2,7 – 4,5 km/h		Melhora da marcha na esteira.
Colombo et al. (26)	E	M/R	10 – 60	25 – 50	5	36	1,5 – 2 km/h		Treino automatizado prolonga o tempo da terapia.
Colombo, Wirz e Dietz (29)	E	M/R	20	30 – 50			1,9 km/h		Não houve diferença significativa no sinal EMG dos MMII quando comparados treino robotizado e TLSP.
Tordi et al. (30)		M	30		3	1			Aumento da força dos MMII.
Field-Fote (31)	E/S	M	90	30	3	3	0,23m/s	X	Aumento da força dos MMII.
Protas et al. (64)	E	M	60	40	5	3	0,16 km/h		Aumento da velocidade da marcha.
Wirz, Colombo e Dietz (32)	E	M	15	80	5	4,5	1,5 km/h		Aumento do sinal EMG nos MMII.
Field-Fote e Tepavac (33)	E	M	90		3	3	1 km/h	X	Melhora da coordenação intramembros.
Cikajilo, Matjacic e Bajd (34)	E	R	30	70	1 sessão de treino	NI	1,9 km/h		Aumento da amplitude do sinal EMG em MMII.
Dobkin et al. (35)	E	NI	NI	NI	NI	NI	NI	X	Aumento da estabilidade na fase de balanço.
Pepin, Norman e Barbau (36)	E	M	90	NI	5	3	80 m/min		Aumento na independência para deambular.
Jezernik et al. (37)	E	M	20		1 sessão de treino		0,1 – 1 m/s		Aumento da amplitude da EMG.
Phillips et al. (38)	E	R	10	50	1 sessão de treino		1,7 – 1,9 km/h		Aumento da reabilitação da locomoção.
Hesse, Werner e Bardeleben (39)	E	M	NI	NI	NI		0,27 – 1,52 m/s		Aumento do sinal EMG em relação ao aumento da velocidade da marcha em esteira.
Grasso et al. (40)	E		25		5	1		X	Efeito positivo sobre os parâmetros da marcha.
Stewart et al. (41)	E	M	25	65	3	6	0,6 km/h		Melhora da regulação da glicose sanguínea.
Behrman et al. (42)	E	Eletromecânico	20 – 25	10 – 15	5	1,1	2,5 km/h	X	Melhora da capacidade de andar.

Tabela 2 – Protocolos de TLSP e respectivos resultados

continuação

AUTOR	PROTOCOLO						Velocidade	FES	Resultados
	Apoio	Auxílio	Tempo de sessão (min)	Descarga de peso	Frequência semanal	Período (meses)			
Ditor et al. (2005) 24	E	M	10	65	3	6	0,6 km/h		Aumento do tamanho da fibra muscular.
Field-Fote, Lindley e Sherman (44)	E	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	O sinal EMG foi maior quando executado o movimento alternado com os MMII.
Behrman et al. (42)	E	M	75 – 90	10	5	2,1	1 m/s		Melhora da habilidade de andar após TLSP.
Carvalho e Cliquet Jr. (43)	E		20	30 – 50	2	3	0,5 km/h	X	Diminuição da pressão arterial. Manutenção da capacidade de fazer mudanças positivas na regulação autonômica cardiovascular sem agravar a intolerância ortostática.
Ditor et al. (24)	E	M	60	70	3	6	0,5 km/h		Aumento da velocidade da marcha.
Field-Fote, Lindley e Sherman (44)	E/S	M/R	60	30	5	2	0,32 km/h	X	Melhora da capacidade de andar na esteira.
Hicks et al. (45)	E		60	60	2	12	0,6 km/h		Aumento da ADM, velocidade da marcha.
Hornby, Zemon e Campbell (46)	E	R	30	59	3	5	2-2,5 Km/h		Melhora da marcha em solo.
Wirz et al. (47)	E	R	45		3 – 5	2	0,66 m/s		Aumento do potencial motor máximo.
Thomas e Garonassi (48)	E	M	60	70	5	1	1,5 km/h	X	Diminuição da atrofia muscular.
Adams et al. (2006) 49	E	M	15	59	3	4	1 a 2,5 km/h		Aumento da taxa de formação óssea e da capacidade aeróbica.
Carvalho e Cliquet Jr. (50)	E	M	20	60 – 70	2	6	1 km/h	X	Aumento na concentração dos marcadores de formação óssea e diminuição nos marcadores de reabsorção óssea.
Carvalho et al. (17)	E	M	20	30 – 50	2	5	1 km/h	X	Não houve diferença significativa entre o TLSP e treino em solo.
Dobkin et al. (51)	E/S	M	30	40	2	6	1,07 m/s		

Tabela 2 – Protocolos de TLSP e respectivos resultados

continuação

AUTOR	PROTOCOLO						Velocidade	FES	Resultados
	Apoio	Auxílio	Tempo de sessão (min)	Descarga de peso	Frequência semanal	Período (meses)			
Effing et al. (53)	E	M	30	50	5	4	0,1 km/h	Efeitos positivos no <i>status</i> funcional saudável – aumento na qualidade de vida.	
Lünenburger et al. (54)	E	R	60	70	NI	NI	0,5 – 2,5 km/h	Aumento do grau de coativação do tibial anterior e gastrocnêmio.	
Dobkin et al. (55)	E	M	30	40	5	2	1 km/h	Aumento da propriocepção corporal, aumento do controle corporal.	
Phadke et al. (56)	E/S	M	30	40	1 sessão de treino	0,1	0,5 km/h	Aumento do reflexo H.	
Prosser (57)	E	M	20 – 30	80	3 - 5	6	0,98 m/s	Aumento da MIF II, índice de caminhada aumentou de 0 para 12.	
Domingo, Sawicki e Ferris (58)	E	M	40	30 – 60	1 sessão de treino	NI	0,18 – 1,07 m/s	As amplitudes e perfis normalizados da atividade muscular nos sujeitos com lesão medular foram semelhantes para treino com e sem assistência manual.	
Forrest et al. (65)	E	M	60	60	3	9	0,71 m/s	DMO total diminuiu, massa magra aumentou nos MMII.	
Jayaraman et al. (59)	E/S	M	30	40	5	2	2 – 2,8 km/h	Aumento do tamanho do músculo, melhora da ativação voluntária e da habilidade de gerar pico de torque.	
Lam et al. (60)	E	R	1				1 – 1,9 km/h	Aumento do <i>input</i> proprioceptivo.	
Lucareli et al. (66)	E		30	40	2	4	NI	Aumento nos parâmetros espaço-temporais da marcha.	
Gorassini et al. (67)	E	M		40	5	2	0,2 – 0,6 m/s	Aumento na quantidade de duração da atividade EMG de músculos específicos estão associados com a recuperação funcional da marcha.	

Tabela 2 – Protocolos de TLSP e respectivos resultados

conclusão

AUTOR	PROTOCOLO		Tempo de sessão (min)	Descarga de peso	Frequência semanal	Período (meses)	Velocidade	FES	Resultados
	Apoio	Auxílio							
Musselman et al. (61)	E	M	60	41	5	3	1 m/s		Aumento da capacidade de caminhar livre de obstáculos e subir escadas.
Phadke et al. (63)	E	M	20	40	1 sessão de treino	0,1	1,2 m/s		Depressão do reflexo H aumentou significativamente após o treino.
Winchester et al. (68)	E	M/R	60	40	3	3	2,5 – 3 km/h		Predição prospectiva da velocidade da marcha em $4,15 \pm 2,22$ cm/s.
Fox et al. (69)	E/S		40		3	12			Melhora da função da marcha.
Turiel et al. (22)	E	R	60	30 – 50	5	1,2	2 – 2,5 km/h		Melhora das funções sensório-motora e diastólica do ventrículo esquerdo.
Protas et al. (64)	E	M	20	40	5	3	0,16 km/h		Melhora da marcha em indivíduos com LM incompleta.
Cotie et al. (23)	E	R	60	60	3	1	0,6 km/h		TLSP aumentou a temperatura da pele, porém, não houve diferença significativa no fluxo sanguíneo dos MMII.

Legenda: E/S = esteira ou solo; M/R = auxílio manual ou robotizado; T = tempo da sessão em minutos; % SP = porcentagem de suporte parcial de peso corporal pelo indivíduo; FS = frequência semanal; V = velocidade; FES = functional electrical stimulation (estimulação elétrica funcional); NI = não informado.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base nos resultados, constatou-se que a população dos estudos tinha tempo de lesão de 79,4 meses em média, e a faixa etária que apresentou maior incidência foi de 46 a 50 anos, caracterizando uma população com classificação de idade em fase de envelhecimento. Além disso, houve prevalência da participação de homens em todos esses estudos e, apesar de Wyndaele e Wyndaele (71) afirmarem que a distribuição de gênero acometido é de 3,8/1 (homem/mulher), corroborando com os resultados, os achados referentes à média de idade de pacientes acometidos pela lesão medular é de 33 anos, que contradizem com os resultados verificados nesta revisão de literatura.

Protocolos e resultados

Com base nesta revisão de literatura, verificou-se que o TLSP é uma técnica que beneficia pacientes com lesão medular independentemente da idade e do tempo de lesão.

O TLSP pode alterar a biomecânica do tornozelo principalmente nos plantiflexores, influenciando a passada. Lewek (72) realizou testes em voluntários hígidos (N = 15) com eletromiografia dos músculos da perna e análise cinemática. Durante o TLSP não houve alteração na atividade muscular em qualquer velocidade aplicada (0,4 m/s a 1,6 m/s), com três níveis de suporte do peso corporal, 0%, 20% e 40%. A perda da

cinemática dos plantiflexores em altas velocidades, com suporte em 40% do peso corporal, pode prejudicar o reaprendizado motor em voluntários hígidos. Esses resultados estão de acordo com Hauptenthal e colaboradores (73), os quais recomendam que o TLSP seja realizado com a porcentagem mínima de suporte, gerando uma marcha similar ao padrão saudável. Esses estudos mostraram resultados negativos para o percentual de 40%, entretanto, os resultados negativos foram para voluntários hígidos, sem a confirmação do mesmo evento para voluntários com LM.

O período de aplicação do protocolo de TLSP mais adotado foi de três meses, entretanto, 12 estudos não informaram o período de aplicação do protocolo. A variabilidade no período de duração do treino foi relativamente grande (1 a 36 meses), o que mostra ausência de consenso em relação ao tempo de aplicação do protocolo de treino locomotor. Provavelmente, o período de três meses é o mais utilizado por minimizar as perdas amostrais, uma vez que estudos de longa duração encontram limitações referentes a tais perdas, o que é fato rotineiro (74). Ainda em relação ao período de treinamento, uma importante questão a ser considerada é a frequência semanal, devido ao condicionamento físico dos participantes e fadiga muscular. Neste artigo verificou-se que a maioria dos pesquisadores optou por cinco vezes por semana, sendo que não houve relato de fadiga muscular.

Recuperar a marcha é uma tarefa difícil e dispendiosa, os pacientes muitas vezes são incapazes de produzir a força muscular necessária para manter a postura e caminhar (1). 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 (75). O TLSP em esteira é mais eficaz para o treino das habilidades da marcha quando comparado ao treino locomotor em solo (61). Phadke e colaboradores (63) investigaram o efeito do TLSP e do treino locomotor em solo na modulação do reflexo H do músculo sóleo de oito indivíduos com lesão medular. Eles verificaram que o TLSP ajuda a normalizar o reflexo H quando comparado com o treino em solo, apontando que a amplitude média do reflexo H do músculo sóleo (razão H/M) foi 33% menor na fase de apoio e 56% menor na fase de balanço durante a marcha em esteira; e a razão H/M foi significativamente maior nas fases de apoio e balanço

($p = 0,001$, $p = 0,007$, respectivamente) quando comparada com indivíduos hígidos. Em compensação, o estudo de Dobkin e colaboradores (76) foi inconclusivo ao comparar o TLSP em solo com a melhora da marcha funcional.

Nos artigos pesquisados a assistência manual para a realização do treino locomotor foi a mais utilizada. Dobkin e colaboradores (76) avaliaram o TLSP com o treino de marcha tradicional durante 12 semanas em pacientes com LMI ($N = 146$). Os testes foram realizados com (1) velocidade, (2) distância de caminhada e (3) escala de medida de locomoção independente (*independence measure for locomotion*, FIM-L). Os resultados não mostraram diferença significativa entre os treinos, denotando que ambas possuem os mesmos resultados na melhora da marcha em pacientes com LM. Os resultados de Dobkin e colaboradores (76) mostram a efetividade da assistência manual, indicando positiva a alta incidência de estudos que aplicaram a assistência manual. Uma vantagem dessa assistência é permitir a marcha dos lesados medulares em velocidades maiores, as quais eles não podem realizar sem assistência manual (66, 58). Em contrapartida, o desgaste do treinador é grande, por isso o treino locomotor robotizado é proposto, pois com esse tipo de assistência ele é poupado (46). Porém, há limitação da amplitude de movimento durante a execução da marcha robotizada, já que as hastes das órteses são fixas.

Também foi verificado que o treino locomotor com suporte de peso corporal mostra-se uma alternativa viável para a reabilitação de pacientes que foram submetidos à aplicação de células-tronco devido à remodelagem neural ocasionada pelo estímulo repetitivo decorrente do treino locomotor, porém, é necessário mais investigação.

O TLSP também mostra resultados além da mobilidade motora, como o estudo (45) com pacientes com LM incompletas (ASIA C), o qual evidenciou que após seis meses de tratamento (três sessões/semana) houve melhora no perfil lipídico, com diminuição do LDL e aumento na área da fibra muscular do tipo I e IIa, mas não mostrou alteração na massa de gordura corporal. Em pacientes com LM incompleta foi observada melhora na regulação da glicose sanguínea (tolerância à glicose) e aumento de sensibilidade à insulina (38).

Apesar de Giangregorio et al. (77) afirmarem que o TLSP parece não prevenir a perda da densidade óssea tanto na fase aguda como na fase crônica da LM, os resultados (Tabela 2) do presente artigo contradizem essa afirmação, ou seja, o TLSP previne a

perda da densidade óssea na LM, conforme apontado nos estudos citados (17, 21).

O TLSP também mostrou diminuição no gasto energético, demonstrado por meio de menor consumo de oxigênio, de 1,96 para 1,33 mL/kg m⁻¹ (66), e diminuição da frequência cardíaca após o treino, de 180 para 131 batimentos/min (39). Dessa forma, há menos chances de evento traumático, como parada cardíaca ou falta de ar durante o treino, e menos cansaço durante e após o treino (77).

Além dos benefícios tradicionais, como melhora osteomuscular, cinemática, psicológica e cardiorrespiratória, o treino locomotor com suporte de peso corporal ocasiona melhora no sistema sensorial (proprioceptivo e sensitivo), que trabalha na coordenação do controle motor, do perfil lipídico, diminuição da frequência cardíaca após o treino (77) e melhora o fluxo sanguíneo das pernas, prevenindo úlceras de pressão (23).

Conclusão

O treino locomotor com suporte de peso corporal mostra-se viável na reabilitação de pacientes que sofrem de uma patologia neurológica como a lesão medular. Independentemente do protocolo de treino utilizado, os benefícios referentes ao aumento da força muscular, manutenção ou aumento da densidade óssea, diminuição da frequência cardíaca e aumento do condicionamento físico estão presentes.

Referências

1. Finch L, Barbeau H, Arsenault B. Influence of body weight support on normal human gait: development of a gait retraining strategy. *Phys Ther.* 1999;71(11):842-55.
2. Barbeau, H. Locomotor training in neurorehabilitation: emerging rehabilitation concepts. *Neurorehabil Neural Repair.* 2003 Mar;17(1):3-11.
3. Threlkeld AJ, Cooper LD, Monger BP, Craven AN, Haupt HG. Temporospatial and kinematic gait alterations during treadmill walking with body weight suspension. *Gait Posture.* 2003 Jun;17(3):235-45.
4. Dietz V, Harkema SJ. Locomotor activity in spinal cord-injured persons. *J Appl Physiol* (1985). 2004 May;96(5):1954-60.
5. Capaday, C. The special nature of human walking and its neural control. *Trends Neurosci.* 2002 Jul;25(7):370-6.
6. Miyai I, Fujimoto Y, Ueda Y, Yamamoto H, Nozaki S, Saito T, et al. Treadmill training with body weight support: Its effect on Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000 Jul;81(7):849-52.
7. Rossignol S, Schwab M., Schwartz M, Fehlings MG. Spinal cord injury: time to move? *J Neurosci.* 2007 Oct 31;27(44):11782-92.
8. Mackay-lyons M. Central pattern generation of locomotion: a review of the evidence. *Phys Ther.* 2002 Jan;82(1):69-83.
9. Jakeman LB, Hoschouer EL, Basso DM. Injured mice at the gym: review, results and considerations for combining chondroitinase and locomotor exercise to enhance recovery after spinal cord injury. *Brain Res Bull.* 2011 Mar 10;84(4-5):317-26.
10. Edgerton VR, Leon, RD, Harkema SJ, Hodgson JA, London N, Reinkensmeyer DJ, et al. Retraining the injured spinal cord. *J Physiol.* 2001 May 15;533(Pt 1):15-22.
11. Mulroy SJ, Klassen T, Gronley JAK, Eberly VJ, Brown DA, Sullivan KJ. Gait parameters associated with responsiveness to treadmill training with body-weight support after stroke: an exploratory study. *Phys Ther.* 2010 Feb;90(2):209-23
12. Walker, ML, Ringleb SI, Maihafer GC, Walker R, Crouch JR, van Lunen B, et al. Virtual reality-enhanced partial body weight-supported treadmill training poststroke: feasibility and effectiveness in 6 subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Jan;91(1):115-22.
13. Ada L, Dean CM, Morris ME, Simpson JM, Katrak, P. Randomized trial of treadmill walking with body weight support to establish walking in subacute stroke: the MOBILISE trial. *Stroke.* 2010 Jun;41(6):1237-42
14. Bhambhani Y. Physiology of wheelchair racing in athletes with spinal cord injury. *Sports Med.* 2002;32(1):23-51.
15. Slater D, Meade MA. Participation in recreation and sports for persons with spinal cord injury: review and recommendations. *NeuroRehabilitation.* 2004;19(2):121-9.
16. Tasiemski T, Bergström, Savic G, Gardner BP. Sports, recreation and employment following spinal cord injury: a pilot study. *Spinal Cord.* 2000;38(3):173-84.

17. Carvalho DCL, Martins CL, Cardoso SD, Cliquet A Junior. Improvement of metabolic and cardiorespiratory responses through treadmill gait training with neuromuscular electrical stimulation in quadriplegic subjects. *Artif Organs*. 2006 Jan;30(1):56-63.
18. Sabo D, Blaich S, Wenz W, Hohmann M, Loew M, Gerner HJ. Osteoporosis in patients with paralysis after spinal cord injury: a cross sectional study in 46 male patients with dual-energy X-ray absorptiometry. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2001;121(1-2):75-8.
19. Dutra CMR. Respostas fisiológicas ao treino locomotor com suporte parcial de peso na lesão medular [dissertação]. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná; 2009.
20. Hicks AL, Ginis KAM. Treadmill training after spinal cord injury: it's not just about the walking. *J Rehabil Res Dev*. 2008;45(2):241-8.
21. Timaud D, Calmels P, Devillard X. Réentra nement a l'effort chez le blessé médullaire. *Ann Readapt Med Phys*. 2005;48(5):259-69.
22. Turiel M, Sitia S, Cicala S, Magagnin V, Bo I, Porta A, et al. Robotic treadmill training improves cardiovascular function in spinal cord injury patients. *Int J Cardiol*. 2011 Jun 16;149(3):323-9
23. Cotie LM, Geurts CLM, Adams MME, Macdonald MJ. Leg skin temperature with body-weight-supported treadmill and tilt-table standing training after spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2011 Jan;49(1):149-53
24. Ditor DS, Kamath MV, Macdonald MJ, Bugaresti J, McCartney NE, Hicks AL. 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 Apr;98(4):1519-25
25. Behrman AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Phys Ther*. 2000 Jul;80(7):688-700.
26. Colombo G, Joerg M, Schreier R, Dietz V. Treadmill training in paraplegic patients using a robotic orthosis. *J Rehabil Res Dev*. 2000 Nov-Dec;37(6):693-700.
27. Borggraefe I, Schaefer JS, Klaiber M, Dabrowski E, Ammann-Reiffer C, Knecht B, Berweck S, et al. Robotic-assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children and adolescents with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2010 Nov;14(6):496-502.
28. Ditunno JE, Scivoletto G. Clinical relevance of gait research applied to clinical trials in spinal cord injury. *Brain Res Bull*. 2009 Jan 15;78(1):35-42
29. Colombo G, Wirz M, Dietz V. Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegic patients. *Spinal Cord*. 2001 May;39(5):252-5.
30. Tordi N, Dugue B, Klupzinski D, Rasseneur L, Rouillon JD, Lonsdorfer J. Interval training program on a wheelchair ergometer for paraplegic subjects. *Spinal Cord*. 2001 Oct;39(10):532-7.
31. 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 Jun;82(6):818-24.
32. Wirz M, Colombo G, Dietz V. Long Term effects of locomotor training in spinal humans. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2001 Jul;71(1):93-6.
33. Field-Fote EC, Tepavac D. Improved intralimb coordination in people with incomplete spinal Cord injury following training with body weight support and electrical stimulation. *Phys Ther*. 2002 Jul;82(7):707-15.
34. Cikajilo I, Matjacic Z, Bajd T. Development of a gait re-education system in incomplete spinal Cord injury. *J Rehabil Med*. 2003 Sep;35(5):213-6.
35. Dobkin BH, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, et al. Methods for a randomized trial of weight-supported treadmill training versus conventional training for walking during inpatient rehabilitation after incomplete traumatic spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair*. 2003 Sep;17(3):153-67.
36. Pépin A, Norman KE, Barbeau H. Treadmill walking in incomplete spinal-cord-injured subjects: 1. Adaptation to changes in speed. *Spinal Cord*. 2003 May;41(5):257-70.
37. Jezernik S, Scharer R, Colombo G, Morari M. Adaptive robotic rehabilitation of locomotion: a clinical study in spinally injured individual. *Spinal Cord*. 2003 Dec;41(12):657-66.
38. 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 Aug;97(2):716-24.

39. Hesse S, Werner C, Bardeleben A. Electromechanical gait training with functional electrical stimulation: case studies in spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2004 Jun;42(6):346-52.
40. Grasso R, Ivanenko YP, Zago M, Molinari M, Scivoletto G, Castellano V, et al. Distributed plasticity of locomotor pattern generators in spinal cord injured patients. *Brain*. 2004 May;127(Pt 5):1019-34.
41. Stewart BG, Tarnapolsky MA, Hicks AL, McCartney N, Mahoney DJ, Staron RS, et al. Treadmill training-induced adaptations in muscle phenotype in persons with incomplete spinal cord injury. *Muscle Nerve*. 2004 Jul;30(1):61-8.
42. Behrman AL, Lawless-Dixon AR, Davis SB, Bowden MG, Nair P, Phadke C, et al. Locomotor training progression and outcomes after incomplete spinal cord injury. *Phys Ther*. 2005 Dec;85(12):1356-71.
43. Carvalho DC, Cliquet A Junior. Response of the arterial blood pressure of quadriplegic patients to treadmill gait training. *Braz J Med Biol Res*. 2005 Sep;38(9):1367-73.
44. Field-Fote EC, Lindley SD, Sherman AL. Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: a preliminary report of walking-related outcomes. *J Neurol Phys Ther*. 2005 Sep;29(3):127-37.
45. Hicks AL, 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 May;43(5):291-8.
46. Hornby TG, Zemon DH, Campbell D. Robotic-assisted, body-weight-supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury. *Phys Ther*. 2005 Jan;85(1):52-66.
47. Wirz M, Zemon DH, Rupp R, Scheel A, Colombo G, Dietz V, et al. Effectiveness of automated locomotor training in patients with chronic incomplete spinal cord injury: a multicenter trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Apr;86(4):672-80.
48. Thomas SL, Gorassini MA. Increases in corticospinal tract function by treadmill training after incomplete spinal cord injury. *J Neurophysiol*. 2005 Oct;94(4):2844-55.
49. Adams MM, Ditor DS, Tarnapolsky MA, Phillips SM, McCartney N, Hicks AL. The effect of body weight-supported treadmill training on muscle morphology in an individual with chronic, motor-complete spinal cord injury: a case study. *J Spinal Cord Med*. 2006;29(2):167-71.
50. Carvalho DCL, Cliquet A Junior. Investigation of osteometabolic and cardio-respiratory changes occurring after gait training under neuromuscular electric stimulation in quadriplegic patients. *Acta Ortopédica*. 2006;14(3):141-47.
51. Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, et al.; Spinal Cord Injury Locomotor Trial Group. Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology*. 2006 Feb 28;66(4):484-93.
52. Carvalho DC, Garlipp CR, Bottini PV, Afaz SH, Moda MA, Cliquet A Junior. Effect of treadmill gait on bone markers and bone mineral density of quadriplegic subjects. *Braz J Med Biol Res*. 2006 Oct;39(10):1357-63.
53. Effing TW, van Meeteren NL, van Asbeck FW, Prevo AJ. Body weight-supported treadmill training in chronic incomplete spinal cord injury: a pilot study evaluating functional health status and quality of life. *Spinal Cord*. 2006 May;44(5):287-96.
54. Lünenburger L, Bolliger M, Czell D, Müller R, Dietz V. Modulation of locomotor activity in complete spinal cord injury. *Exp Brain Res*. 2006 Oct;174(4):638-46.
55. Dobkin B, Barbeau H, Deforge D, Ditunno J, Elashoff R, Apple D, et al.; Spinal Cord Injury Locomotor Trial Group. Traumatic spinal cord injury: the multicenter randomized spinal cord injury locomotor trial the evolution of walking-related outcomes over the first 12 weeks of rehabilitation for incomplete. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007 Jan-Feb;21(1):25-35.
56. Phadke CP, Wu SS, Thompson FJ, Behrman AL. Comparison of Soleus H-reflex modulation after incomplete spinal cord injury in 2 walking environments: treadmill with body weight support and overground. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Dec;88(12):1606-13.
57. Prosser LA. Locomotor training within an inpatient rehabilitation program after pediatric incomplete spinal cord injury. *Phys Ther*. 2007 Sep;87(9):1224-32.
58. 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 Aug 21;4:32.

59. Jayaraman A, Shah P, Gregory C, Bowden M, Stevens J, Bishop M, et al. Locomotor training and muscle function after incomplete spinal cord injury: case series. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(2):185-93.
60. Lam T, Wirz M, Lunenburger L, Dietz V. Swing phase resistance enhances flexor muscle activity during treadmill locomotion in incomplete spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair.* 2008 Sep-Oct;22(5):438-46.
61. Musselman KE, Fouad K, Misiaszek JE, Yang JF. Training of walking skills overground and on the treadmill: case series on individuals with incomplete spinal cord injury. *Phys Ther.* 2009 Jun;89(6):601-11
62. Nooijen CF, Ter Hhoeve N, Field-Fote EC. Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach. *J Neuroeng Rehabil.* 2009 Oct 2;6:36
63. Phadke CP, Flynn SM, Thompson FJ, Behrman AL, Trimble MH, Kukulka CG. Comparison of single bout effects of bicycle training versus locomotor training on paired reflex depression of the soleus h-reflex after motor incomplete spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009 Jul;90(7):1218-28
64. Protas, EJ, Holmes S, Qureshy H, Johnson A, Lee DE, Sherwood AM. Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001 Jun;82(6):825-31.
65. Forrest GF, Sisto SA, Barbeau H, Kirshblum SC, Wilen J, Bond Q, et al. Neuromotor and musculoskeletal responses to locomotor training for an individual with chronic motor complete AIS-B spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(5):509-21.
66. Lucareli PRG, Limac MO, Limac FPS, Garbelotti AS Junior, Gimenes RO, Almeida JBG, et al. Análisis de la marcha y evaluación de la calidad de vida después del entrenamiento de la marcha en pacientes con lesión medular. *Rev Neurol.* 2008;46(7):406-10.
67. Gorassini MA, Norton JA, Nevett-Duchcherer J, Roy FD, Yang JF. Changes in locomotor muscle activity after treadmill training in subjects with incomplete spinal cord injury. *J Neurophysiol.* 2009 Feb;101(2):969-79
68. Winchester P, Smith P, Foreman N, Mosby JM, Pacheco F, Query R, et al. A prediction model for determining over ground walking speed after locomotor training in persons with motor incomplete spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2009;32(1):63-71.
69. Fox EJ, Tester NJ, Phadke CP, Nair PM, Senesac CR, Howland DR, et al. Ongoing walking recovery 2 years after locomotor training in a child with severe incomplete spinal cord injury. *Phys Ther.* 2010 May;90(5):793-802.
70. Behrman AL, Harkema SJ. Physical rehabilitation as an agent for recovery after spinal cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2007 May;18(2):183-202
71. Wyndaele M, Wyndaele JJ. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? *Spinal Cord.* 2006 Sep;44(9):523-9.
72. Lewek MD. The influence of body weight support on ankle mechanics during treadmill walking. *J Biomech.* 2011 Jan 4;44(1):128-33
73. Haupenthal A, Schutz GR, Souza PV, Roesler H. Análise do suporte de peso corporal para o treino de marcha. *Fisioter Mov.* 2008;21(2):85-92.
74. Andrade MJ, Gonçalves S. Lesão medular traumática: recuperação neurológica e funcional. *Acta Med Port.* 2007;20(5):401-6,
75. 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.
76. Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, et al. Weight-supported treadmill vs overground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology.* 2006 Feb 28;66(4):484-93.
77. Giangregorio LM, Webber CE, Phillips SM, Hicks AL, Craven BC, Bugaresti JM, et al. Can body weight supported treadmill training increase bone mass and reverse muscle atrophy in individuals with chronic incomplete spinal cord injury? *Appl Physiol Nutr Metab.* 2006 Jun;31(3):283-91.

Recebido: 02/07/2012
Received: 07/02/2012

Aprovado: 13/06/2013
Approved: 06/13/2013