

ARTIGO ORIGINAL

Treino de marcha com suporte parcial de peso em esteira ergométrica e estimulação elétrica funcional em hemiparéticos

Bodyweight supported treadmill training associated with functional electrical stimulation in hemiparetic patients

Fernanda Beinotti¹, Carla Prazeres Fonseca², Maria do Carmo Silva², Maria Izabel Fernandes de Arruda Serra Gaspar², Enio Walker Azevedo Cacho³, Telma Dagmar Oberg⁴

RESUMO

Introdução: A perda da habilidade locomotora em indivíduos com Acidente Vascular Encefálico (AVE) tem sido atribuída a hemiparesia, a mais comum causa de comprometimento pós AVE. Novas abordagens, como o treino de marcha utilizando o Suporte Parcial de Peso (SPP) em uma esteira ergométrica associada com a Estimulação Elétrica Funcional (FES) tem sido sugerido como um método de reabilitação da marcha em pacientes hemiparéticos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do treinamento de marcha com SPP em esteira ergométrica associado ao FES em pacientes hemiparéticos. **Métodos:** Foram selecionados aleatoriamente 14 sujeitos com hemiparesia decorrente de acidente vascular cerebral. A escala de Desempenho Físico de Fugl-Meyer, a escala de Equilíbrio de Berg, a escala de Categorias de Deambulação Funcional e uma avaliação da cadência foi utilizada como instrumento de medida. Foram realizadas quatro avaliações com os sujeitos da pesquisa, a primeira (controle) realizada antes e a segunda (pré-tratamento) depois do tratamento fisioterápico tradicional, a terceira (pós-tratamento) após o treinamento de marcha com SPP em esteira ergométrica associado ao FES (20 sessões), e há quarta (retenção), trinta dias após o término do tratamento. **Resultados:** O treinamento proposto apresentou melhora significativa (p -valor $>0,05$) na velocidade da marcha, na cadência, no equilíbrio e no nível de comprometimento motor, mantendo os resultados após 30 dias. **Conclusão:** O treinamento de marcha com SSP em esteira ergométrica associado ao FES é eficaz na reabilitação da marcha em hemiparéticos.

PALAVRAS-CHAVE

acidente cerebrovascular, estimulação elétrica, marcha, teste de esforço

ABSTRACT

Introduction: The loss of the ambulation capacity in individuals with Cerebrovascular Accidents (CVA) has been attributed to hemiparesis, the most frequent cause of post-CVA impairment. New approaches, such as the bodyweight supported treadmill training (BWSTT) associated with functional electrical stimulation (FES), have been suggested as a gait rehabilitation method for hemiparetic patients. **Objective:** The aim of the present study was to evaluate the efficacy of the BWSTT associated to FES in hemiparetic patients. **Methods:** Fourteen individuals with hemiparesis due to CVA were randomly selected. The Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Impairment (Fugl-Meyer Scale), the Berg Balance Scale, the Functional Ambulation Category Scale and the cadence assessment were used as measurement tools. The study subjects underwent four evaluations: the first (control) carried out before and the second (pre-treatment) after the conventional physical therapy, the third (post-treatment) after the BWSTT associated to FES (20 sessions) and the fourth (retention), 30 days after the end of the treatment. **Results:** The proposed training showed a significant improvement ($p > 0.05$) in gait velocity, cadence, balance and motor impairment level and the results persisted 30 days after the end of the treatment. **Conclusion:** The BWSTT associated with FES is effective for gait rehabilitation in hemiparetic individuals.

KEYWORDS

cerebrovascular accident, electric stimulation, gait, exercise test

1 Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia aplicada a Neurologia Adulto e Reabilitação Neurológica Infantil – FCM/Unicamp

2 Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia aplicada a Neurologia Adulto – FCM/Unicamp

3 Fisioterapeuta, Doutorando em Cirurgia - FCM/Unicamp

4 Fisioterapeuta, Doutora em Ciências Médicas – FCM/Unicamp, Professora do Curso de Fisioterapia de Jaguariúna

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Fernanda Beinotti

Rua Tiradentes, 1025 - Apto 61 - Campinas - SP - Cep 13023-191

E-mail: beinotti@fcm.unicamp.br

INTRODUÇÃO

A hemiplegia e/ou hemiparesia é um dos sinais clínicos mais comuns do Acidente Vascular Encefálico (AVE) caracterizada pela perda total ou parcial da função motora, resultando em vários níveis de comprometimento e incapacidade.¹ A recuperação motora ocorre após uma seqüência de eventos iniciada por uma fase flácida, seguida por um aumento das sinergias anormais de movimento, com subsequente diminuição das sinergias e melhora do controle seletivo do movimento.²

A perda da habilidade de deambulação independente é uma das conseqüências mais comuns do AVE.³ No ato da admissão 51% dos pacientes não apresentam função de marcha e outros 12% necessitam de assistência para deambular.⁴ O déficit de marcha resultante da hemiparesia e/ou hemiplegia decorre da diminuição do controle muscular voluntário e do aparecimento dos reflexos de estiramento hiperativos⁵ que limitam os movimentos dos membros e a utilização viável da função motora residual.³

Os indivíduos hemiplégicos apresentam uma gama de limitações, mas elegem a melhora na habilidade da marcha como sendo a principal meta em seu processo de reabilitação. Diferentes abordagens são empregadas na tentativa de responder a estas necessidades, como as técnicas de neurofacilitação (Brunnston, Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva) e neurodesenvolvimentais, porém, não são encontrados nestas, resultados satisfatórios na reabilitação da marcha.²

O treino convencional de marcha, freqüentemente leva a um padrão assimétrico na maioria dos indivíduos com AVE.⁶ Com o propósito de eliminar estes padrões anormais algumas abordagens têm sido sugeridas.

A estimulação elétrica funcional (FES) em indivíduos hemiparéticos vem sendo utilizada com sucesso na prevenção do “pé equino”, na restauração dos padrões normais de movimento, e na promoção de uma recuperação da força muscular.⁷

A utilização de um suporte parcial de peso (SPP) em esteira ergométrica para o treino de marcha em indivíduos hemiparéticos vem sendo empregada. Esta técnica baseia-se na estimulação sensorial periférica como promotora de respostas neuroplásticas que propiciam o retorno da resposta motora.⁸

Diante do exposto acima, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do treino de marcha com SPP em esteira ergométrica associado ao FES em indivíduos hemiparéticos.

MÉTODO

Foram estudados quatorze indivíduos de ambos os sexos com idade entre 18 e 60 anos que apresentavam hemiparesia em decorrência de um AVE. Os sujeitos foram recrutados de forma aleatória no ambulatório de Fisioterapia e Terapia Ocupacional do Hospital de Clínicas da Universidade.

Todos os indivíduos apresentavam-se na fase crônica de recuperação (> 365 dias) com apenas um episódio de AVE. Os sujeitos com distúrbios neurológicos prévios, alterações ortopédicas, déficits cognitivos e problemas psiquiátricos foram excluídos do estudo. O

projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição (569/2004).

Instrumentos de medida

O protocolo de Desempenho Físico de Fugl-Meyer⁹ (FM) foi utilizado para avaliar o comprometimento sensorio – motor da extremidade inferior e equilíbrio. São 17 itens para a extremidade inferior e sete para equilíbrio, numa pontuação de zero a dois, totalizando 34 e 14 pontos respectivamente.

O equilíbrio foi avaliado através da escala de Equilíbrio de Berg,¹⁰ que utiliza 14 itens pontuados de zero a quatro, tendo um total de 56 pontos. A escala de equilíbrio de Berg e a FM foram escolhidas por atenderem os critérios de confiabilidade, validade e precisão, além de suas versões terem sofrido a tradução e os testes de reprodutibilidade no Brasil^{9,10} e já serem sido utilizadas em pesquisas clínicas nacionais.¹¹

A escala de Categorias de Deambulação Funcional (Functional Ambulation Category – FAC) foi utilizada para avaliar o suporte necessário para caminhar do paciente, seguindo uma escala de seis níveis: nível 0 – o indivíduo não pode andar ou requer auxílio de duas ou mais pessoas; nível 1 – o indivíduo precisa de suporte contínuo de uma pessoa que ajude com seu peso e equilíbrio; nível 2 – o indivíduo é dependente com suportes contínuos ou intermitentes com uma pessoa auxiliando no equilíbrio ou coordenação; nível 3 – o indivíduo precisa de apenas supervisão verbal; nível 4 – a ajuda é requerida para escadas e superfícies irregulares; nível 5 – o indivíduo pode andar independentemente em qualquer lugar.¹² A FAC foi selecionada por ser uma medida confiável e válida, seguidamente utilizada nos estudos de reabilitação da marcha em hemiplégicos.¹³

Para avaliação da cadência foi analisado o número de passos necessários para percorrer uma distância de 10 metros. Já a velocidade foi mensurada dividindo-se a distância percorrida (10 metros) pelo tempo gasto do percurso. Os valores de cadência e velocidade foram adquiridos a partir da média extraída de três repetições.¹⁴

Procedimentos

Após a seleção, os indivíduos foram submetidos a quatro avaliações realizadas por fisioterapeutas não relacionados à pesquisa. As avaliações foram realizadas com as escalas citadas acima.

A avaliação inicial (controle) foi realizada antes de qualquer intervenção terapêutica. Após 20 sessões (duas vezes por semana) de tratamento fisioterápico tradicional, baseado no conceito Bobath neuroevolutivo¹⁵ e nas técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva,¹⁶ foi realizada uma segunda avaliação (pré-tratamento). A partir desta avaliação deu-se início ao treinamento de marcha com SPP em esteira ergométrica associada ao FES, com duração de 20 minutos no decorrer de 20 sessões (duas vezes por semana), sendo realizada uma terceira avaliação (pós-tratamento) no final do treinamento. A seguir os indivíduos permaneceram por um período de 30 dias recebendo apenas fisioterapia convencional, com orientações para atividades domiciliares, retornando ao final deste para a quarta avaliação (retenção).

Treinamento de marcha com SPP em esteira ergométrica associada ao FES

O paciente chegando ao Serviço de Fisioterapia e Terapia Ocupacional do HC passava por uma sessão de alongamento. Após este, o paciente era ajustado ao SPP sobre a esteira ergométrica e posicionado em sua extremidade inferior, comprometida, o FES.

O suporte parcial do peso corpóreo foi de 40% no início do treinamento, diminuindo a porcentagem progressivamente em cada paciente com a melhora do padrão e habilidade da marcha. A habilidade e o padrão de marcha na esteira foram baseados na capacidade de manter a extensão do quadril e joelho, sem hiperextensão enquanto descarregava seu peso na perna comprometida¹⁷, e a capacidade de produzir o passo. A velocidade da esteira foi a mais rápida possível, respeitando a manutenção de um adequado comprimento do passo.

A aplicação do FES foi realizada através de um eletrodo posicionado no ventre do músculo tibial anterior e outro sobre o nervo fibular (terço superior da perna, logo abaixo da cabeça da fíbula). Foi utilizada uma largura de onda de 250µS, frequência de 30 Hz. O tempo de sustentação e repouso foi ciclado com a fase de oscilação e apoio, respectivamente. A intensidade era elevada até se alcançar uma efetiva dorsiflexão.

ANÁLISE DOS DADOS

A análise estatística utilizada para a avaliação dos dados da cadência e velocidade foi o teste t para amostras pareadas com comparação de média. O nível de significância adotada para os testes estatísticos foi de $p < 0.0001$.

Para os dados da FM, Escala de Equilíbrio de Berg e FAC nas quatro avaliações foi utilizado o teste de Friedman. Observando diferenças estatisticamente significante entre as avaliações, foi realizado o teste de Wilcoxon. Estes testes foram utilizados devido à ausência de distribuição normal de algumas pontuações e pelo tamanho reduzido da amostra. O nível de significância adotada para os testes estatísticos foi de 5%, ou seja, $p < 0.05$.

RESULTADOS

Quatorze indivíduos foram avaliados durante 20 sessões. Dos indivíduos analisados, dez eram do sexo masculino e quatro do sexo feminino, com idade média de 45 anos, tempo médio de lesão de 4,3 anos e em relação ao déficit motor, dez indivíduos apresentavam hemiparesia no lado direita e quatro à esquerda.

Em relação à subseção de membro inferior da FM, observou-se diferença estatística apenas entre primeira avaliação (controle) e a pós-tratamento ($\chi^2 = 10.7786$; $p = 0.0167$). Não foi encontrada diferença estatística entre as demais avaliações (Figura 1).

Na subseção de equilíbrio da FM, não foi observada diferença estatística significativa entre as avaliações. No entanto, o equilíbrio avaliado pela escala de Equilíbrio de Berg, demonstrou diferença significativa entre a avaliação controle e pós-tratamento, controle e retenção ($\chi^2 = 23.6786$; $p = 0,0022$), e entre o pré-tratamento e retenção ($\chi^2 = 23.6786$; $p = 0,0051$) (Figura 2), mas nenhuma

diferença foi observada entre o pré e o pós-tratamento.

Para a FAC ocorreu diferença significativa entre a avaliação controle e pós-tratamento, entre o controle e retenção, pré-tratamento e pós-tratamento ($\chi^2 = 28.9714$; $p = 0.0015$).

A velocidade apresentou diferenças entre a avaliação pré e pós-tratamento e entre o pré-tratamento e a retenção ($p < 0.0001$) (Figura 3). Entre o controle e pré-tratamento, e pós-tratamento e retenção não ocorreu diferença estatística.

A Cadência demonstrou uma diminuição significativa da avaliação controle a pós-tratamento, assim como da pré para o pós-tratamento ($p < 0.0001$). Não foi observada mudança significativa da avaliação controle para o pré-tratamento, nem do pós-tratamento para a retenção (Figura 4).

DISCUSSÃO

A deambulação independente está diretamente ligada ao equilíbrio e a motricidade da extremidade inferior.^{18,19} Nos indivíduos com hemiplegia, Bohannon²⁰ atribui a capacidade de deambulação ao equilíbrio e ao nível de comprometimento motor destes.

No presente estudo, a melhora da marcha, através do treinamento em esteira ergométrica com SPP e FES, foi acompanhado pela diminuição nos níveis de comprometimento motor do membro inferior e aumento do equilíbrio mensurado através da escala de desempenho físico de Fulg-Meyer e escala de equilíbrio de Berg.

Estudos sugerem que um dos principais comprometimentos que contribuem para os distúrbios da marcha nos indivíduos hemiparéticos é a perda da seletividade do resultado motor (componente da co-contracção) que resultam na perda do fracionamento motor e é provocada pelas lesões córtico espinhais que são manifestas no andar por meio da extensão ou flexão total.²¹

Mesmo não encontrando relatos na literatura que correlacionem o nível de comprometimento sensorio-motor e equilíbrio com o treinamento de marcha com SPP e FES, este pôde ser em decorrência do tratamento utilizado, que propicia uma maior permanência em apoio unipodal, aumento de descarga de peso no lado afetado, e marcha mais simétrica. Além de ser indicativa de uma modulação

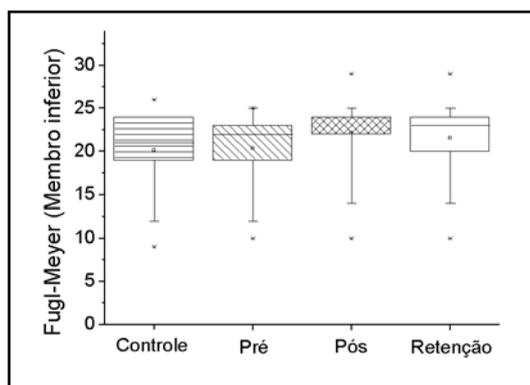


Figura 1

Gráfico referente à pontuação obtida na subseção de membro inferior da Fulg-Meyer nas quatro avaliações ($p < 0.05$). Primeira avaliação (controle), segunda avaliação (Pré-tratamento), terceira avaliação (Pós-tratamento) e quarta avaliação (retenção).

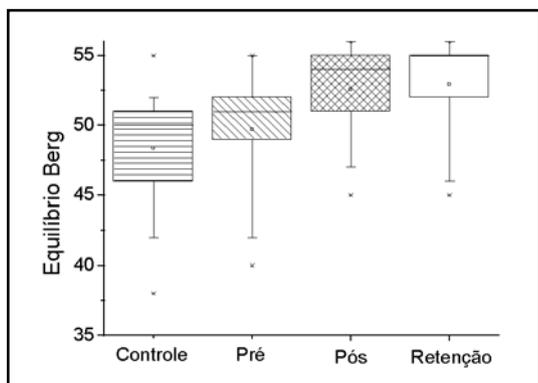


Figura 2

Gráfico referente à pontuação obtida na Escala de Equilíbrio de Berg nas quatro avaliações ($p < 0.05$). Primeira avaliação (controle), segunda avaliação (Pré-tratamento), terceira avaliação (Pós-tratamento) e quarta avaliação (retenção).

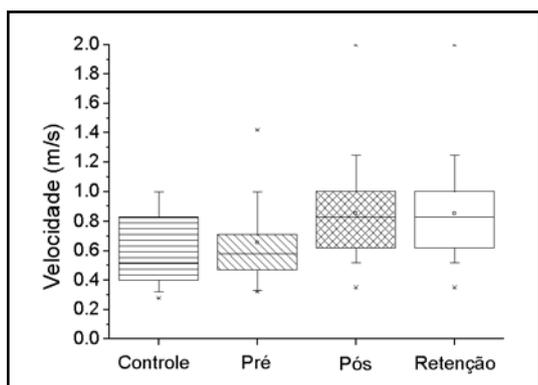


Figura 3

Gráfico referente à velocidade da marcha nas quatro avaliações ($p < 0.0001$). Primeira avaliação (controle), segunda avaliação (Pré-tratamento), terceira avaliação (Pós-tratamento) e quarta avaliação (retenção).

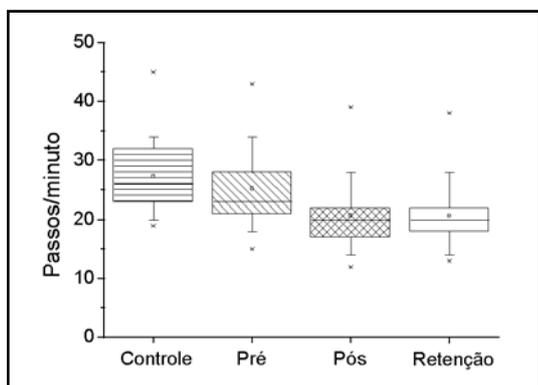


Figura 4

Gráfico referente à cadência nas quatro avaliações ($p < 0.0001$). Primeira avaliação (controle), segunda avaliação (Pré-tratamento), terceira avaliação (Pós-tratamento) e quarta avaliação (retenção).

do sistema nervoso central em decorrência do treino repetitivo de marcha. Como verificado em estudo,^{6,22} onde se obteve um resultado satisfatório, com redução da co-contracção dos músculos antagonistas do tornozelo e controle mais adequado do padrão fásico.

No presente estudo, ocorreu um aumento da velocidade, como demonstrado na figura 4, o que em parte pode ter favorecido o aumento do comprimento do passo e da cadência sobre o solo. Dois outros fatores que parecem ter contribuído para esse aumento, foram a melhora do equilíbrio, que possibilita um melhor apoio unipodal na extremidade inferior comprometida, e a utilização do FES, que segundo Glanz et al⁷ tem o potencial de aumentar a velocidade e qualidade da marcha.

O estudo de Lindquist et al,²³ realizado em dois pacientes hemiparéticos, sugere que a associação do SPP e FES melhora a duração e velocidade do ciclo, assim como o tempo de apoio e cadência do passo em ambos os membros além da melhora na variável espaço-temporal da marcha hemiparética.

Kottink et al²⁴ demonstraram ainda que a aplicação do FES no treino de marcha de pacientes hemiplégicos diminui o gasto energético dos músculos do quadril e joelho, produzindo menos movimentos compensatórios e proporcionando melhor deambulação funcional, além de um aumento médio de 14,8% na velocidade da marcha.

O treinamento de marcha com SPP em esteira ergométrica, associada ao FES produziu uma melhora em todos os itens funcionais avaliados. Estes dados estão de acordo com estudos recentes² que creditam esta melhora ao apoio e estabilidade fornecidos pela técnica. Yan et al²⁵ acreditam também, que os movimentos repetitivos do membro inferior afetado de indivíduos hemiplégicos, induzidos pela FES podem reforçar o padrão de conexões neurais, e auxiliar na melhora e aquisição da marcha.

Embora não analisada a simetria da marcha, notou-se uma melhora significativa desta que pôde ser decorrente do aumento de velocidade. Foi descrito²⁶ que após o AVE, há uma relação altamente dependente da assimetria do andar com a velocidade, pois os indivíduos que andam mais rápido tendem a ser menos assimétricos do que aqueles que andam devagar, sugerindo que a melhora do andar pode ser decorrente do aumento da velocidade, até um nível ideal.

Vários pesquisadores demonstraram uma associação entre a velocidade e as características do andar em um grupo de pacientes com hemiparesia após AVE.²⁷ As mudanças no andar associadas ao aumento na velocidade incluíram a maior extensão do quadril na postura vertical terminal e um aumento do momento flexor do quadril no início do balanço como também observaram alterações no comprimento e frequência dos passos.²⁸

O treino de marcha com SPP em esteira ergométrica associada ao FES consegue dispor instrumentos que facilitam o processo de reaprendizagem motora da marcha, como a capacidade de oferecer um padrão adequado de marcha e repeti-lo. O treinamento oferece uma fase de apoio e oscilação à extremidade inferior comprometida semelhante ao observado em indivíduos normais, reduzido o período de duplo apoio, comumente aumentada na marcha hemiplégica. Acompanhada de uma fase oscilatória completa, que é facilitada

pela extensão do quadril e estimulação do nervo fibular.

No presente estudo, todos os indivíduos apresentavam mais de dois anos de hemiplegia, e já tinham recebido alta do tratamento fisioterápico. O retorno ao tratamento (fisioterapia tradicional) no início do estudo contribuiu para o resultado final, como demonstrado na significativa melhora da subseção de membro inferior da FM, e da escala de Equilíbrio de Berg, entre a avaliação controle e pós-tratamento. Assim, não sabemos afirmar com qual parcela de contribuição, mais acreditamos que foi importante e deve ser empregada conjuntamente com o treinamento de marcha com SPP em esteira ergométrica e FES.

Não foi possível determinar e/ou verificar a formação de um platô na recuperação motora dos indivíduos durante o estudo, nem após a realização da fisioterapia tradicional, nem após o treinamento de marcha com SPP em esteira ergométrica e FES. Talvez em condições distintas - de maior intensidade, repetições, duração e frequência - se consigam observar melhores resultados ou determinar a presença de um platô. É certo que a recuperação motora nos indivíduos hemiparéticos, sofre com os mesmos processos de adaptação que ocorrem no treinamento de indivíduos saudáveis. Os platôs são comuns em todas as áreas do treinamento neuromuscular, com alguns níveis de pico em resposta a um treinamento com estímulos estáveis, presumivelmente devido a uma adaptação neuromuscular.²⁹

CONCLUSÃO

Tendo em vista o objetivo proposto e os resultados obtidos, pode-se afirmar que o treino de marcha com SPP em uma esteira ergométrica associado ao FES teve um aumento significativo da velocidade, cadência, melhora do equilíbrio e funcionalidade da marcha com conseqüente diminuição do nível de comprometimento motor. Além de poder ser utilizado como agente acelerador no processo de reabilitação, pois o mesmo apresenta uma resposta mais rápida em comparação com o tratamento tradicional.

REFERÊNCIAS

- Krusen DL, Kottke FJ, Lehmann JF. Tratado de medicina física e reabilitação. 4 ed. Barueri: Manole; 1994.
- Hesse S, Jahnke MT, Schaffrin A, Lucke D, Reiter F, Konrad M. Immediate effects of therapeutic facilitation on the gait of hemiparetic patients as compared with walking with and without a cane. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1998;109(6):515-22.
- Francisco GE, Boake C. Improvement in walking speed in poststroke spastic hemiplegia after intrathecal baclofen therapy: a preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(8):1194-9.
- Jørgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(1):27-32.
- Richards CL, Malouin F, Dumas F, Tardif D. Gait velocity as outcome measure of locomotor recovery after stroke. In: Craik RL, Oatis CA. *Gait analysis: theory and applications*. St Louis: CV Mosby; 1995. p.355-64.
- Visintin 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.
- Glanz M, Klawansky S, Stason W, Berkey C, Chalmers TC. Functional electrostimulation in poststroke rehabilitation: a meta-analysis of the randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(6):549-53.
- 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;17(3):235-45.
- Maki T, Quaqliato EMAB, Cacho EWA, Paz LP, Viana MA, Inoue M, et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da Escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(2):177-85.
- Miyamoto ST, Lombardi Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res*. 2004;37(9):1411-21.
- Oliveira R, Cacho EWA, Borges G. Avaliações motoras e funcionais pós AVC: correlações clínicas usando a Escala de Desempenho Físico de Fugl-Meyer, a Escala de Equilíbrio de Berg e o índice de Barthel. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006;64(3-B):731-35.
- Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther*. 1984;64(1):35-40.
- Kollen B, Kwakkel G, Lindeman E. Hemiplegic gait after stroke: is measurement of maximum speed required? *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(3):358-63.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle motor: teoria e aplicações práticas*. 2 ed. Barueri: Manole; 2003.
- Bobath B. *Hemiplegia no adulto: avaliação e tratamento*. São Paulo: Manole; 1978.
- Adler SS, Buck M. *Facilitação neuromuscular proprioceptiva: um guia ilustrado*. São Paulo: Manole; 1999.
- Crompton S, Khemlani M, Batty J, Ada L, Dean C, Katrak P. Practical issues in retraining walking in severely disabled patients using treadmill and harness support systems. *Aust J Physiother*. 2001;47(3):211-3.
- Keenan MA, Perry J, Jordan C. Factors affecting balance and ambulation following stroke. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;(182):165-71.
- Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther*. 1987;67(12):1881-5.
- Bohannon RW. Standing balance, lower extremity muscle strength, and walking performance of patients referred for physical therapy. *Percept Mot Skills*. 1995;80(2):379-85.
- Crenna P, Inverno M. Objective detection of pathophysiological factors contributing to gait disturbance in supraspinal lesions. In: Fedrizzi E, Avanzini G, Crenna P. *Motor development in children*. Eastleigh, UK: Mariani Foundation Paediatric Neurology, John Libbey & Company; 1994. p.103-18.
- Smith GV, Anderson PA, Siver KH, Macko R, Silver KH, Goldberg AP. Treadmill training improves volitional quadriceps torque production and alters spastic reflexes in chronic hemiparetic stroke patients: a preliminary report. *J Neuro Rehabil*. 1998;12:111-7.
- Lindquist ARR, Silva IAB, Barros RML, Mattioli R, Salvini 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.
- Kottink AI, Oostendorp LJ, Buurke JH, Nene AV, Hermens HJ, IJzerman MJ. The orthotic effect of functional electrical stimulation on the improvement of walking in stroke patients with a dropped foot: a systematic review. *Artif Organs*. 2004;28(6):577-86.
- Yan T, Hui-Chan CW, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized placebo-controlled trial. *Stroke*. 2005;36(1):80-5.
- Titianova EB, Pitkänen K, Pääkkönen A, Sivenius J, Tarkka IM. Gait characteristics and functional ambulation profile in patients with chronic unilateral stroke. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82(10):778-86.
- Olney SJ, Griffin MP, McBride ID. Temporal, kinematic, and kinetic variables related to gait speed in subjects with hemiplegia: a regression approach. *Phys Ther*. 1994;74(9):872-85.
- Wagenaar RC, Beek WJ. Hemiplegic gait: a kinematic analysis using walking speed as a basis. *J Biomech*. 1992;25(9):1007-15.
- Page SJ, Gater DR, Bach-Y-Rita P. Reconsidering the motor recovery plateau in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(8):1377-81.