

O efeito da terapia de biofeedback por eletromiografia de superfície na flexão de joelho da marcha hemiparética

The effects of biofeedback therapy by surface electromyography on knee flexion in hemiparetic gait

Priscila Garcia Lopes¹, Jeane Cintra P. de Vasconcelos², Arquimedes de Moura Ramos³, Maria Cecília S. Moreira⁴, José Augusto Fernandes Lopes⁵, Cristianne Akie Kavamoto³.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da terapia de biofeedback por eletromiografia (EMG) de superfície na flexão de joelho na marcha hemiparética. Foi avaliado um paciente do sexo masculino, 58 anos com hemiparesia esquerda, após acidente vascular encefálico (AVE) e 11 meses de lesão. Foi realizada avaliação física e análise observacional da marcha, seguida da avaliação tridimensional da marcha no Laboratório de Análise do Movimento da Divisão de Medicina de Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (DMR HC FMUSP), pré e pós intervenção terapêutica. Foram realizadas 12 sessões de biofeedback por EMG de superfície durante sete semanas. Os resultados mostraram melhora na simetria da marcha, com diminuição da circundação do quadril esquerdo, redução da obliquidade pélvica durante todo o ciclo da marcha, diminuição da abdução do quadril no contato inicial e balanço médio à direita e aumento da dorsiflexão esquerda durante a fase de balanço. Embora o enfoque inicial tenha sido o movimento de flexão de joelho, os resultados demonstraram melhoras globais na marcha, como o aumento da dorsiflexão e a diminuição da circundação do quadril no membro inferior parético. Isso pode ser explicado pelo fato do treinamento ter sido realizado dentro de uma atividade funcional, a marcha. A terapia de biofeedback por EMG de superfície parece ser uma técnica promissora no tratamento de pacientes com alterações da marcha após AVE.

PALAVRAS-CHAVE

hemiplegia, biofeedback, marcha.

ABSTRACT

The main objective of this paper was to evaluate the effects of biofeedback therapy by surface electromyography (EMG) on knee flexion in hemiparetic gait. A 58 years old male patient was selected for this study, 11 months after a stroke resulting in left side hemiparesis. Initially, he was subjected to a physical examination and observational gait analysis. Before treatment, the patient was also referred to the movement laboratory of the institution (DMR HC FMUSP). The patient underwent a treatment plan comprising twelve sessions of biofeedback therapy by surface EMG during seven weeks. Right after the end of the therapy the evaluation was repeated. The results showed that gait asymmetry was diminished. Left hip circumduction during swing was decreased. Pelvic obliquity during the whole gait cycle was lower than that of the initial evaluation. Lower values for right hip abduction during initial contact and mid swing were also measured. Left ankle dorsiflexion during the swing phase of gait was increased. Although biofeedback therapy was focused on knee flexion, the gait pattern of the patient showed global improvements. For example, left ankle dorsiflexion during the swing phase was increased while hip circumduction was less apparent. This can probably be explained by the fact that therapy was delivered while the patient was performing a functional activity, gait. These results show that biofeedback therapy by surface EMG seems to be a promising technique in the management of stroke patients.

KEYWORDS

hemiplegia, biofeedback, gait

1 Fisioterapeuta Aprimorada da DMR HC FMUSP

2 Fisioterapeuta da DMR HC FMUSP

3 Médico Fisiatra, DMR HC FMUSP

4 Diretora do Serviço de Fisioterapia da DMR HC FMUSP

5 Mestre em engenharia biomédica, engenheiro do Laboratório de Marcha da DMR HC FMUSP.

Encaminhado em Novembro de 2003, aceito em Agosto de 2004

Endereço para correspondência:

Rua Diderot, 43, São Paulo, SP - CEP 04116-030

Tel. (0xx11) 55490111 - Serviço de Fisioterapia. E-mail: pripere@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A marcha é um dos componentes básicos da funcionalidade independente do ser humano e pode ser afetada por diversos processos nosológicos. Uma das metas do tratamento de reabilitação do paciente com alteração da marcha após acidente vascular encefálico (AVE) consiste em restaurar ou melhorar seu padrão de locomoção^{1, 2, 3, 4}.

A marcha hemiplégica é descrita como sendo lenta, laboriosa e abrupta, devendo-se aos variados graus de comprometimento na cognição-percepção, força, tônus, controle motor, mobilidade articular e equilíbrio⁵.

As alterações da marcha na hemiparesia espástica podem variar de acordo com a localização anatômica e gravidade da lesão, assim como os mecanismos compensatórios desenvolvidos.

Um dos déficits observados na prática clínica consiste na perda da flexão seletiva de joelho do membro parético. Pacientes com hemiparesia espástica devido a AVE, freqüentemente têm a flexão de joelho limitada na fase de balanço da marcha. Essa alteração dificulta a liberação adequada do pé e resulta em um momento de inércia que requer aproximadamente o triplo de energia para iniciar a fase de balanço do membro parético⁶.

A técnica de biofeedback foi introduzida em 1960, como terapia de reabilitação, em pacientes com seqüelas após AVE⁷. Diversos estudos clínicos comprovaram a sua eficácia na reeducação do movimento ativo da dorsiflexão em pacientes hemiplégicos⁷⁻¹³.

Segundo Basmajian, o biofeedback é uma “técnica para revelar aos seres humanos alguns de seus eventos fisiológicos internos, normais e anormais, na forma de sinais visuais e auditivos, de modo a ensiná-los a manipular estes eventos, mediante a manipulação dos sinais exibidos”. Pode ser usado para informar o paciente acerca dos movimentos, atividade muscular, força, deslocamento articular, ou outras informações fisiológicas, mediante a amplificação e exibição destas informações, de modo que o paciente possa aprender a controlar estes sinais¹⁴.

A melhora da atividade motora voluntária com a intervenção do biofeedback baseia-se, hipoteticamente, no mecanismo de plasticidade do sistema nervoso central. A plasticidade consiste no potencial de reorganização funcional neural e resulta da adaptação a uma nova demanda^{15,16}.

Uma metanálise de estudos clínicos sobre retroalimentação e doenças cerebrovasculares, de 1966 a 1991, demonstrou que a técnica de biofeedback é um importante instrumento de reeducação neuromuscular em pacientes hemiplégicos¹⁰.

Colborne et al compararam o efeito do biofeedback e da fisioterapia na amplitude de movimento de tornozelo. Os autores concluíram que o biofeedback é uma ferramenta valiosa no treino da marcha de pacientes hemiplégicos uma vez que o tratamento propiciou melhora no comprimento dos passos, velocidade e simetria da marcha, impulsão e descarga de peso sobre os membros inferiores na posição ortostática¹¹.

Moreland et al demonstraram que o tratamento com biofeedback é superior à fisioterapia convencional para aumentar a força

muscular dos dorsiflexores após AVE¹².

No Brasil, a técnica tem sido utilizada em alguns centros de reabilitação com resultados promissores⁹.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da terapia de biofeedback por eletromiografia de superfície (EMG) na flexão de joelho na marcha de um paciente com hemiparesia após AVE através da avaliação tridimensional da marcha.

APRESENTAÇÃO DO CASO

Após consentimento informado, foi avaliado um paciente, H.Y., 58 anos, sexo masculino, natural de São Paulo, com diagnóstico de hemiparesia esquerda após AVE hemorrágico na região têmporo-parietal direita e tempo de lesão de 11 meses. O paciente realizava programa de reabilitação na DMR HC FMUSP e a função cognitiva era preservada. À avaliação física foi observado: força muscular grau três nos músculos isquiotibiais¹⁷ e espasticidade grau um (Escala de Ashworth Modificada)¹⁸ em isquiotibiais, tríceps sural e quadríceps no membro inferior parético. O paciente apresentava marcha independente com déficit de dorsiflexão à esquerda e extensão de joelho durante a fase de balanço.

Foi realizada a avaliação tridimensional da marcha no Laboratório de Análise do Movimento da Divisão de Medicina de Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (DMR HC FMUSP) antes e após a intervenção terapêutica.

No laboratório, foi utilizado um sistema optoeletrônico de análise tridimensional do movimento com 6 câmeras de infravermelho (Motion Analysis Corporation) e aparelho de EMG de superfície por telemetria (Noraxon) com 8 canais. Foram fixados 21 marcadores reflexivos em pontos anatômicos na pele do paciente segundo o protocolo de Helen-Hayes¹⁹. Os sinais eletromiográficos foram captados através de eletrodos de superfície localizados nos pontos motores dos seguintes músculos: reto femoral, isquiotibiais, tibial anterior e gastrocnêmio. A avaliação foi realizada com o paciente descalço em velocidade confortável da marcha, sem uso de órteses ou auxiliares da marcha.

Intervenção Terapêutica

Foram realizadas 12 sessões de treinamento cinesioterapêutico mediado por biofeedback com análise dos sinais por eletromiografia de superfície (NeuroEducator 3), por um período de sete semanas. Cada sessão tinha duração de uma hora. O paciente realizava concomitante tratamento fisioterapêutico, constando de exercícios ativos e ativos-assistidos no solo, sendo restritos exercícios resistidos e eletroestimulação durante o período no qual estava sendo submetido ao treinamento com biofeedback.

Durante as terapias com biofeedback, o paciente foi orientado a utilizar roupas confortáveis. Após a assepsia da pele, os eletrodos foram colocados no ponto motor dos músculos isquiotibiais do membro inferior esquerdo, seguindo a orientação de Delagi et al²⁰.

Nos trinta minutos iniciais de cada terapia, eram realizados os exercícios de flexão de joelho com o paciente em posição ortostática (modo estático). Este permanecia posicionado de frente

para o monitor de vídeo do aparelho de biofeedback, de maneira que pudesse visualizar o gráfico, então, era orientado a realizar uma flexão de joelho por quatro segundos e descansar oito. Este procedimento era contínuo, até que o paciente começasse a demonstrar sinais de fadiga muscular, quando então era submetido a um período breve de repouso, sentado, até recomençar. Durante este processo, o paciente era orientado a não realizar movimentos como, por exemplo, flexão do quadril.

Nos trinta minutos seguintes, era realizado o modo dinâmico, no qual o paciente percorria uma distância de aproximadamente seis metros (ida e volta do percurso). O aparelho foi programado para emitir um estímulo sonoro quando a contração muscular dos isquiotibiais alcançasse 15 microvolts (mV), para que o paciente tivesse além do retorno visual, o auditivo.

A seqüência utilizada foi a mesma em todas as terapias. Após o término de aplicação das sessões, foi realizada uma reavaliação no Laboratório de Análise do Movimento.

RESULTADOS

EMG de superfície (biofeedback)

A Figura 1 refere-se à performance do paciente durante o

treinamento com biofeedback. No início do treinamento, modo estático, observa-se que o paciente consegue alcançar o limiar de 50 mV, sustenta os quatros segundos de contração conforme programado, atingindo um pico de 170 mV. Observa-se também, no período de repouso, fixado em oito segundos, que a linha de base do gráfico está próxima do zero, o que significa relaxamento efetivo do músculo.

No final do treinamento, modo estático, pode-se observar: maior amplitude do sinal de EMG nos dois períodos de contração muscular e a ausência de quedas do sinal de EMG no período de contração, o que significa melhor condição muscular para manter uma contração efetiva com aproximadamente 160 mV de amplitude de onda.

No modo dinâmico, início do treinamento, o limiar foi de 15 mV e os picos do sinal de EMG indicam o período de contração muscular na fase de balanço (médio e final). Percebe-se que o sinal de EMG demonstra atividade muscular importante, mesmo no período de apoio do membro, sendo possível distinguir as fases de apoio e balanço, pela amplitude maior da onda do sinal de EMG na fase de balanço.

O som foi acoplado ao limiar de 15 mV e o paciente foi orientado a não segurar com o membro superior são o membro

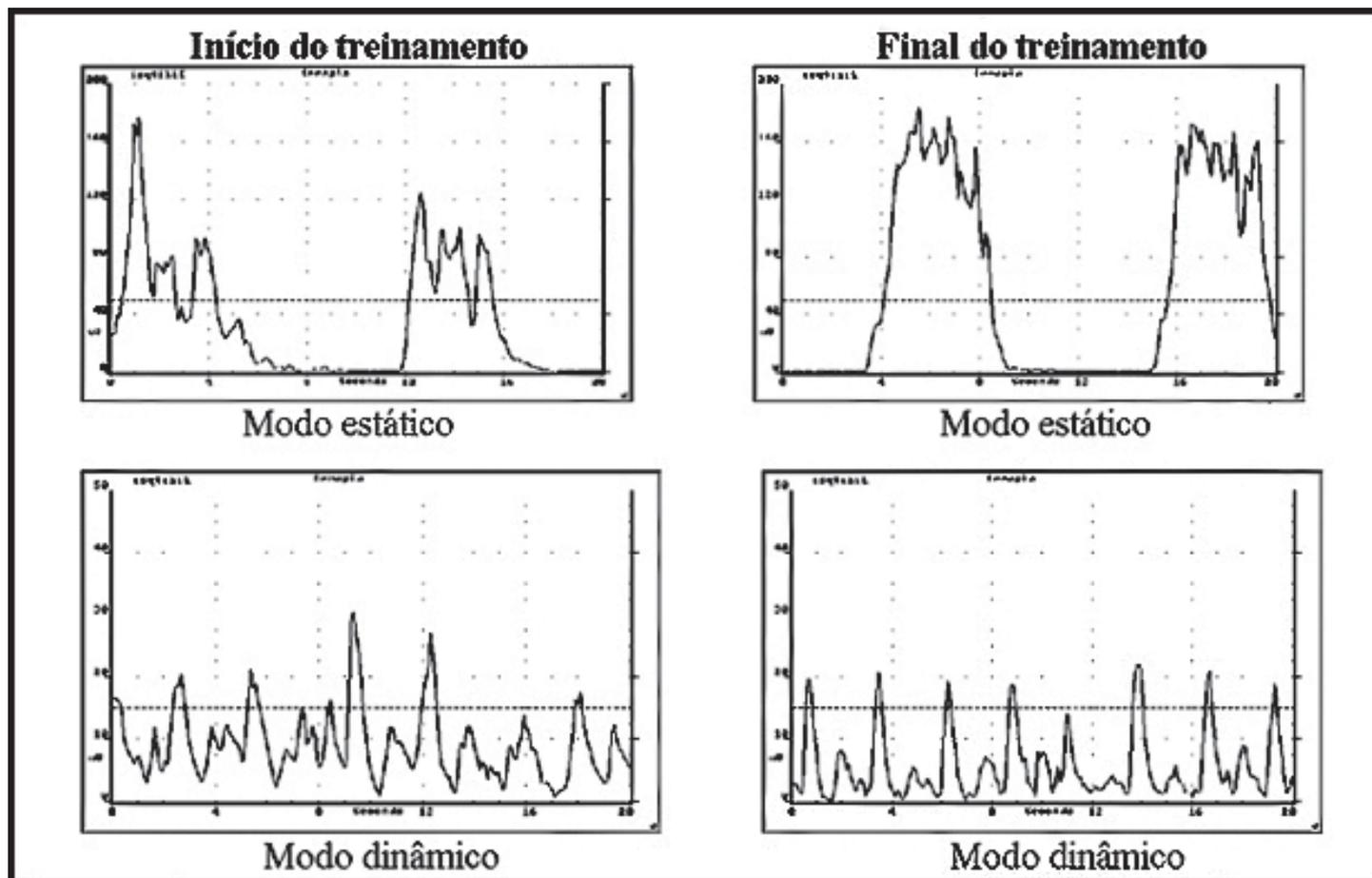


Figura 1 Gráficos do treinamento com biofeedback, modo estático e dinâmico, início e fim do treinamento

superior parético, durante a marcha.

No final do treinamento, modo dinâmico, observa-se maior atividade muscular (ondas maiores) nas fases de balanço médio-final, com menor variação de amplitude entre os picos, distinguindo-as nitidamente das fases de apoio.

Análise observacional da marcha

À avaliação observacional da marcha verificou-se melhora na simetria da marcha, com diminuição da circundução de membro inferior esquerdo durante o balanço e discreta melhora do primeiro rolamento à esquerda com esboço da extensão do hálux.

Parâmetros lineares

Na análise comparativa dos parâmetros lineares da marcha pré e pós-intervenção terapêutica, observou-se diminuição da velocidade, cadência, fase de balanço, apoio simples e comprimento do passo à esquerda e aumento do tempo de apoio e duplo apoio inicial bilateralmente (Tabela 1).

Tabela 1
Parâmetros lineares da marcha pré e pós-treinamento.

	Direita		Esquerda		Referência
	Pré	Pós	Pré	Pós	
Comprimento de passo (cm)	48.24	49.18	59.26	55.94	65.23
Comprimento de passada (cm)	107.74	106.38	107.26	104.49	130.16
Velocidade (cm/s)	78.11	69.29	78.47	65.95	118.28
Cadência (passos/min)	87.28	78.13	87.04	75.77	109.26
Tempo apoio (%)	67.28	70.41	55.86	58.58	60.49
Fase Balanço (%)	32.73	29.59	44.14	41.42	39.51
Duplo apoio inicial (%)	13.02	15.18	9.34	15.64	10.24
Apoio simples (%)	44.14	41.42	32.73	29.59	39.37

Análise cinemática

À avaliação pré e pós-intervenção terapêutica observou-se no plano frontal: redução da obliquidade pélvica durante todo o ciclo da marcha, diminuição da abdução do quadril no contato inicial e balanço médio à direita.

No plano sagital (Figura 2), houve melhora do padrão de flexão do quadril durante o balanço inicial e médio à esquerda e da flexão do joelho esquerdo durante todo o ciclo da marcha, entretanto mantendo amplitude de movimento reduzida. Observou-se redução da flexão plantar ao contato inicial, melhora do aplainamento do pé esquerdo na resposta de carga (primeiro rolamento mais adequado) e aumento da dorsiflexão à esquerda na fase de balanço.

Eletromiografia dinâmica (Laboratório de movimento)

Na análise da EMG dinâmica dos músculos reto femoral, isquiotibiais e gastrocnêmios bilateralmente, não foram observadas alterações significativas pré e pós-intervenção terapêutica. No

músculo tibial anterior esquerdo (Figura 3), pós-treinamento, observou-se melhora do sinal de EMG e menor oscilação no período de ativação na resposta de carga (zero a 10% do ciclo da marcha) e em todo o período de balanço.

DISCUSSÃO

Desde a década de 70, vários grupos de pesquisadores têm estudado o uso do biofeedback eletromiográfico na reabilitação de pacientes com seqüelas neurológicas, sobretudo nos pacientes com doença cerebrovascular^{1,2,7-10}.

Tais trabalhos enfocam, principalmente, a reeducação neuromuscular em pacientes hemiplégicos como a recuperação da dorsiflexão e o controle da espasticidade. Muitos desses estudos correlacionam o efeito da terapia com biofeedback na marcha.

Segundo Kerrigan, a flexão do joelho reduz a energia necessária para iniciar a fase de balanço da marcha e diminui o deslocamento do centro de gravidade. Este movimento do joelho, que começa na fase de pré-balanço é normalmente produzido, em parte pela flexão de quadril e impulso fornecido pelos flexores plantares. Em pessoas saudáveis, acredita-se que esses dois eventos são os que fornecem mais energia na flexão de joelho. No entanto, para pacientes hemiplégicos com flexão inadequada de joelho na fase de balanço, esse mecanismo pode ser prejudicado pela alteração da atividade muscular⁶.

Neste estudo, após intervenção terapêutica, observou-se melhora discreta da flexão do joelho na fase de balanço, porém pouco significativa. Entretanto, os resultados revelaram um efeito positivo na atividade da articulação do tornozelo, promovendo melhora do primeiro rolamento à esquerda. Este resultado coincide com os achados de Olney et al, que realizaram um estudo de caso, com o objetivo de aumentar a flexão de joelho durante a fase de balanço em um paciente hemiplégico, utilizando a terapia de biofeedback. Os autores também observaram melhora na flexão de joelho e principalmente na dorsiflexão do tornozelo afetado¹³.

Colborne descreve que é importante para o treinamento utilizar o movimento dentro de um contexto global. Em seu estudo, obteve melhora na flexão do joelho, sendo que não foi este o objetivo inicial do tratamento com biofeedback, mostrando que o retorno da função do joelho ocorreu em paralelo com outras compensações da marcha¹¹. Neste estudo, os resultados confirmam essa hipótese uma vez que apesar do enfoque ter sido o movimento de flexão do joelho, observaram-se repercussões nas articulações do quadril e tornozelo, com melhora na dorsiflexão, redução da circundução e aumento da flexão do quadril no balanço inicial e médio.

Foram realizadas 12 sessões de terapia em sete semanas. De acordo com o objetivo primordial da técnica de biofeedback, o condicionamento operante, um tipo de aprendizagem associativa, acredita-se que o tempo de aplicação deste trabalho tenha sido relativamente curto, quando se trata de reeducação motora. Segundo Schleenbaker e Mainous, em metanálise com estudos que utilizaram o biofeedback por EMG, vários autores propuseram de 12 a 18 sessões em seis semanas e obtiveram resultados positivos. Tais autores afirmaram que a técnica é efetiva na melhora da função

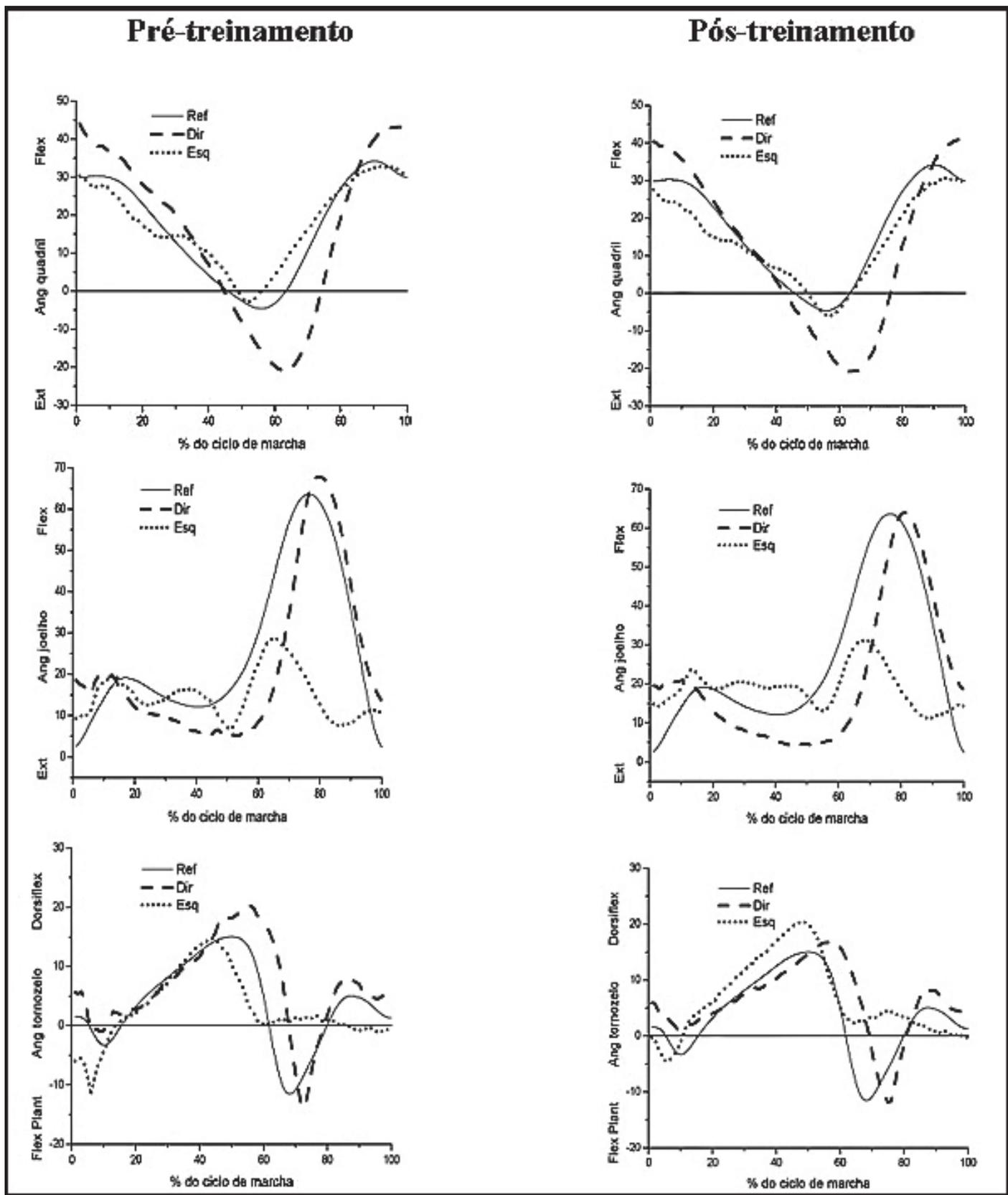


Figura 2
Análise comparativa das articulações dos membros inferiores, pré e pós-treinamento com biofeedback.

em pacientes hemiplégicos e que esta deveria ser incluída nos protocolos de tratamento. No entanto, o tempo ideal de terapia é desconhecido¹⁰.

As características pessoais do paciente como motivação, facilidade de aprendizado, responsabilidade, autodisciplina e comprometimento com o trabalho foram fundamentais para a obtenção de resultados positivos em poucas semanas¹⁵.

Essas características justificam a evolução que o paciente apresentou durante o tratamento. Pôde-se observar nas figuras do biofeedback uma melhora quanto à sustentação das ondas no modo estático e a distinção dos períodos de apoio e balanço no modo dinâmico, indicando melhor controle da ação muscular durante os momentos de contração e repouso e uma possível evolução em relação à propriocepção do membro, o que pode ser resultado direto da capacidade de aprendizagem, motivação e principalmente da autodisciplina.

Além disso, segundo Krebs, no aprendizado comportamental, o terapeuta usa o sinal de feedback para modelar o comportamento motor através do reforço das sucessivas aproximações do paciente ao comportamento-meta, ou resultado funcional¹⁴.

Em um estudo realizado por Saadi et al, no qual foi realizada

uma análise dos parâmetros temporais da marcha de 25 pacientes hemiplégicos, foi concluído que existe a assimetria na marcha principalmente entre o período de apoio e o período de balanço, havendo aumento do período de apoio e redução do período de balanço, aumento do duplo apoio, seguida da redução da velocidade e da cadência²¹.

Neste caso, na reavaliação da marcha, o fato de esses parâmetros mostrarem-se mais assimétricos, poderia ser indicio de resultados negativos. Porém, o que pode ter influenciado para a diminuição da velocidade e da cadência, seria o fato do paciente ter sido orientado a andar lentamente e prestar atenção à qualidade de execução dos movimentos durante os treinos com o biofeedback e, além disso, a sala onde o treinamento foi realizado era pequena, diferentemente do ambiente em que foram realizadas as avaliações. Também pode ser levado em consideração que o paciente por saber que estava sob análise, tentou realizar os movimentos de maneira mais cuidadosa, para que tivessem melhor qualidade.

Em relação aos resultados referentes à análise da EMG dinâmica, não houve alterações significativas na maioria dos músculos estudados. O resultado do tibial anterior coincide com a cinemática que mostra melhora do primeiro rolamento na resposta

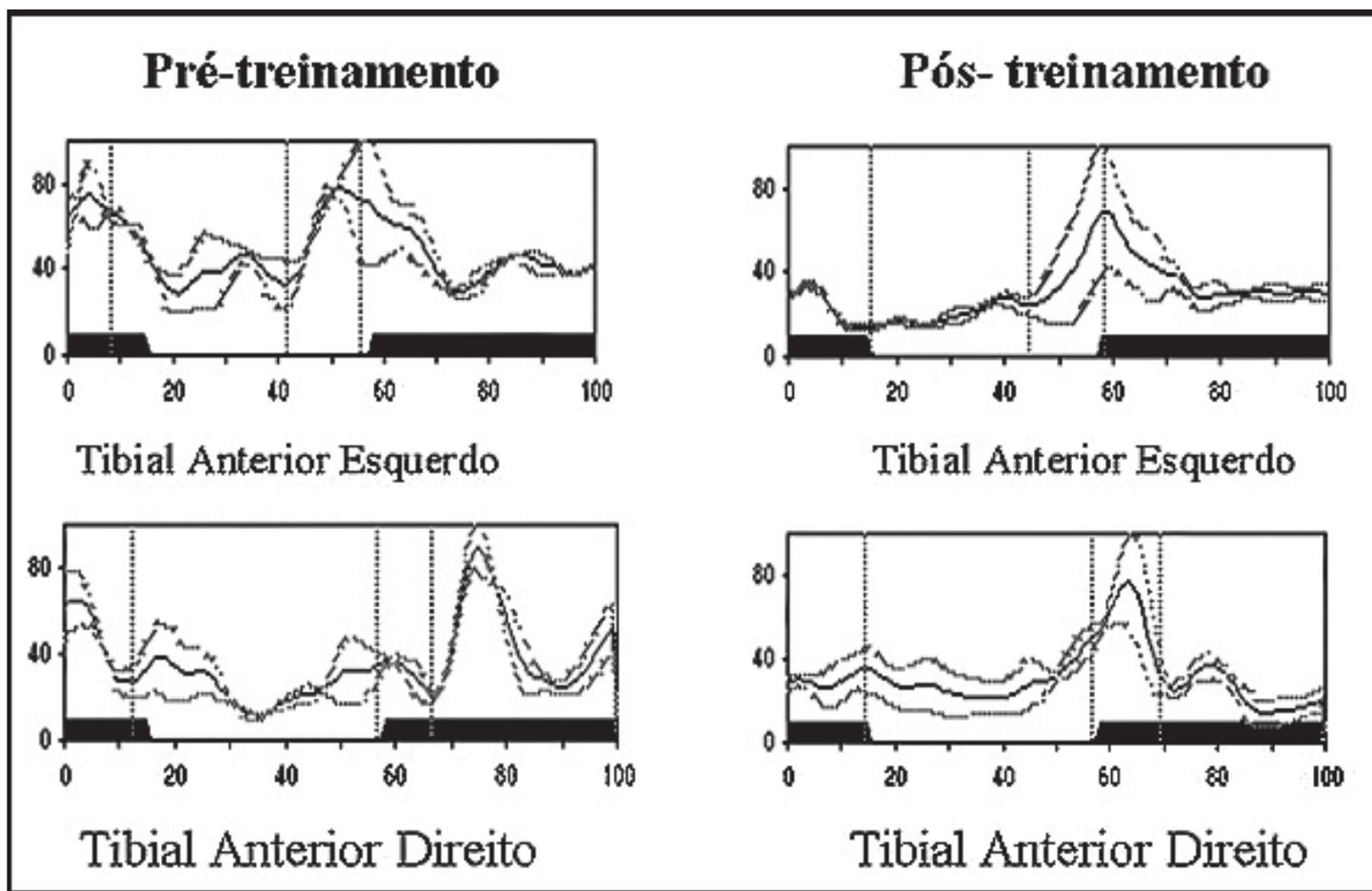


Figura 3
Análise comparativa da EMG dinâmica do músculo tibial anterior, direito e esquerdo, pré e pós-treinamento.

de carga. Ribeiro et al, afirmaram que o aumento do sinal de EMG é importante para que haja recrutamento de um número adequado de unidades motoras a fim de gerar o movimento funcional. Em seu estudo, relataram que o ganho da função não esteve relacionado à média de aumento da EMG após a série de biofeedback e isso sugere que o ganho de função não está relacionado apenas ao aumento do recrutamento neuromotor; outras variáveis como área e grau da lesão, tipo de AVE, grau de compreensão, espasticidade, tratamentos realizados e envolvimento do paciente no processo de reabilitação, podem interferir no ganho de função e precisam ser mais investigados⁸.

Kerrigan relatou que nenhuma diferença foi encontrada entre os pacientes com e sem atividade de EMG nos isquiotibiais, na fase de balanço final⁶. A ação dos isquiotibiais na flexão de joelho durante a fase de balanço poderia ser prejudicial para a qualidade da marcha porque estaria inibindo a flexão de quadril e, portanto, limitando um dos dois principais mecanismos favorecedores da flexão de joelho. Relatou ainda uma associação negativa entre a atividade dos isquiotibiais no pré-balanço com a eficiência da marcha, havendo uma redução significativa da velocidade e comprimento do passo nos pacientes que apresentaram atividade nesse grupo muscular nesta fase. Após essa análise, foi observado que durante o treinamento de flexão de joelho na posição ortostática, o movimento de flexão de quadril poderia facilitar o movimento de flexão do joelho.

CONCLUSÃO

A terapia com biofeedback por EMG de superfície nos músculos flexores de joelho parece ser uma ferramenta promissora para tratamento das alterações da marcha de paciente com hemiparesia espástica, mas ainda são poucos os trabalhos publicados com embasamento científico que comprovem a eficácia do tratamento e sua repercussão na marcha. Embora o enfoque inicial tenha sido o movimento de flexão de joelho, os resultados demonstraram melhoras globais na marcha, como a dorsiflexão e a diminuição da circundução do quadril no membro parético. Isso pode ser explicado pelo fato do treinamento ter sido realizado dentro de uma atividade funcional, a marcha.

Para a obtenção de resultados mais significativos, é necessária a realização de outros estudos semelhantes, com maior número de pacientes, maior número de sessões de biofeedback por EMG e comparação com um grupo controle.

AGRADECIMENTOS

Às Fisioterapeutas Denise Vianna Machado Ayres, Márcia Cristina Catarino Barbosa e Patrícia Yuri Capucho e à Terapeuta Ocupacional Maria Inês Paes Lourenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bobath, B. Hemiplegia no Adulto: Avaliação e Tratamento. São Paulo, Manole, pp. 1-34;1978.
2. Norikin, C. Análise da Marcha. In: O'SULLIVAN, S.B.; SCHMITZ, T.J. Fisioterapia:

- Avaliação e Tratamento. São Paulo, Manole, 1995, 2ª edição, pp 225-49.
3. Davies, P.M. Passos a Seguir: um Manual para o Tratamento da Hemiplegia no Adulto. São Paulo, Manole, pp. 1-181; 1996.
4. Ottoboni, C.; Fontes, S.V.; Fukujima, M.M.. Estudo Comparativo entre a Marcha Normal e a de Pacientes Hemiparéticos por Acidente Vascular Encefálico: Aspectos Biomecânicos. Rev. Neurociências. 2002; 10 (1): 10-16.
5. Saad, M. & Batistella, L. R. Análise da Marcha. São Paulo. Lemos Editorial, 1997.
6. Kerrigan, D.C.; Gronley, J.; Perry, J. Stiff-Legged Gait in Spastic Paresis: A study of quadriceps and hamstrings muscle activity. Am J Phys Med Rehabil. 1991; 70:294-300.
7. Glanz, M.; Klawansky S. MD; Stason, W. MD; Berkey, C. PhD; Shah, N. BA, Phan, H. BA; Chalmers, T.C. MD. Biofeedback Therapy in Poststroke Rehabilitation: A Meta-Analysis of the Randomized Controlled Trials. Arch Phys Med Rehabilitation 1995; 76:508-15.
8. Ribeiro, L.H.S.; Abreu C.C.; Biase, M.E.; Júnior, C.S.A.. A Função da Dorsiflexão em Pacientes Portadores de Sequela de Acidente Vascular Encefálico Após o Treino com a Técnica de Retroalimentação. Medicina de Reabilitação. 2003; 22 (3): 58-61.
9. Soares, A.V. Biofeedback eletromiográfico na recuperação do pé caído. Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo. 1998; 5(2): 104-10.
10. Schleenbaker, R.E. MD; Mainous A.G. PHD. Electromyographic Biofeedback for Neuromuscular Reeducation in the Hemiplegic Stroke Patient: A Meta-Analysis. Arch Phys Med Rehabilitation. 1993; 74: 1301-4.
11. Colborne GR, Olney SJ, Griffin MP. Feedback of Ankle Joint Angle and Soleus Electromyography in the Rehabilitation of Hemiplegic Gait. Arch Phys Med Rehabilitation 1993; 74 (10):1100-6.
12. Moreland, J.D.; Thomson, M.A.; Fuoco, A.R. Electromyographic Biofeedback to Improve Lower Extremity Function After Stroke: A Meta-Analysis. Arch Phys Med Rehabil. 1998; 79:134-40.
13. Olney, S.J.; Colborne, G.R.; Martin, C.S. Joint Angle Feedback and Biomechanical Gait Analysis in Stroke Patients: A Case Report. Physical Therapy. 1989; 69 (10), 77-84.
14. Krebs, D.E. In: O'Sullivan, S.B.; Schmitz, T.J. Fisioterapia: Avaliação e Tratamento. São Paulo, Manole, 1995, 2ª edição, pp 719-735.
15. Goulart, F.; Vasconcelos, K.S.S.; Souza, M.R.V.; Pontes, P.B. A utilização do Biofeedback no Tratamento Fisioterápico da Paralisia Facial Periférica. Acta Fisiátrica. 2002; 9(3): 134-140.
16. Shumway-Cook, A.; Woollacott, M. Controle Motor. São Paulo, Manole, 2ª edição, 2003, pp 26-29, 358.
17. Kendall, F.P.; McCreary, E.K.; Provance, P.G. Músculos Provas e Funções. São Paulo, 4ª edição, Manole, 1995.
18. Pandyam, A.D.; Johnson, G.R.; Price, C.I.M., Curless, R.H.; Barness, M.P.; Rodgers, H. A review of the properties and limitations of the Ashworth Scales as and modified Ashworth Scales as a measure of spasticity. Clinical Rehabilitation. 1999; 13: 373-383.
19. Motion Analysis Corporation. Orthotrak 4.2 – Gait Analysis Software. Reference Manual. Santa Rosa USA; 2000.
20. Delagi, E.F.; Perotto, A.; Iazzetti, J.; Morrison, D. Anatomic Guide for the Electromyographer. Illinois, USA;1975.
21. Saadi, L.M.; Emygdio, R.; Moliaro, C.L.C.; D'Angelo, M.D. Análise Computadorizada dos Parâmetros Temporais da Marcha de 25 Pacientes Hemiparéticos. Medicina de Reabilitação. 1994; n.34-35; 18-26.