

O EFEITO DA TERAPIA COM ESPELHO NA ATIVAÇÃO MUSCULAR DO MEMBRO AMPUTADO

D.C.S, Pelet*, D. F, Moraes *, S.G.N, Shimano*, A.B, Soares**, L.F.R.M, Fernandes*

*Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Brasil

**Universidade Federal de Uberlândia, Uberlandia, Brasil

Email: danyellepelet@hotmail.com

Resumo: A terapia do espelho contribui na manutenção da representação cortical em diversas disfunções de segmentos do corpo humano, onde há uma diminuição dessa representação do segmento acometido. A terapia com o espelho reflete em benefícios motores e no alívio da dor. Na literatura, a grande maioria dos artigos sobre esta técnica está relacionada a reabilitação do membro superior após Acidente Vascular Cerebral e em pacientes amputados, envolvendo a manutenção da representação cortical e o alívio da dor fantasma. Entretanto, não são comuns estudos que abordam a terapia com espelho em pacientes amputados, sobre seu efeito direto na musculatura. Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da terapia com espelho na ativação muscular no membro amputado de sujeitos com amputação unilateral no membro superior. Foi avaliado o sinal eletromiográfico dos músculos extensor radial longo do carpo, de dois sujeitos amputados no membro superior direito, durante a realização de 3 tarefas com a extensão do punho. A variável *Root Mean Square* (RMS) foi calculada e posteriormente realizada a razão da RMS do membro amputado pelo contralateral. A tarefa em que foi utilizado o espelho obteve melhor resultado para o sujeito 1, enquanto que para o sujeito 2 foi na tarefa em que observava sua mão contralateral. Na tarefa em que os sujeitos observavam o membro amputado, o sinal eletromiográfico foi menor. Concluímos que houve maior ativação muscular no membro amputado em relação ao lado contralateral nas três tarefas e em relação as tarefas na realizada com os espelho houve maior ativação do que olhando para o membro amputado.

Palavras-chave: extremidade superior, eletromiografia, amputados, retroalimentação sensorial

Abstract: *Mirror therapy helps in maintaining the cortical representation in several dysfunctions of segments of the human body, where there is a reduction of this representation of the affected segment. Mirror Therapy reflects motor benefits and pain relief. In the literature, the vast majority of articles about this technique is related to rehabilitation of the upper limb after stroke and amputee patients, involving the maintenance of cortical representation and the relief of*

phantom pain. However, studies about mirror therapy in amputees of its direct effect on the muscle are not common. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of mirror therapy on muscle activation in the amputated limb of subjects with unilateral upper limb amputation. The electromyographic signal of long radial extensor muscle of wrist, two amputee subjects in the right upper limb was evaluated, while performing 3 tasks with wrist extension. The Root Mean Square (RMS) variable was calculated and subsequently the ratio of RMS of the amputated limb were calculated for the contralateral muscles. The task in which the mirror was used had the best result for subject 1, while for subject 2 was the task that watched their contralateral hand. The task in which subjects observed the amputated limb, the EMG signal was lower. We conclude that there was greater muscle activation in the amputated limb compared to the contralateral side in three tasks and, for tasks performed in the mirror there was greater activation than looking to the amputated limb.

Keywords: *Upper Extremity, Electromyography, amputees, feedback sensory*

Introdução

O Espelho representa uma ferramenta interessante onde os objetos vistos de forma indireta e à distância são recodificados como se tivessem uma verdadeira localização no espaço. É sugestivo que indivíduos que experimentam um efeito da sua mão deslocada em posição de frente a um espelho recodificam a imagem refletida como sendo de sua própria mão[1]. Cada vez mais tem sido usado biofeedback como suporte para a reabilitação. O espelho é um tipo de biofeedback visual e apresenta diversos benefícios que vão desde analgesia para membro fantasma [2] e para Síndrome da dor regional complexa [3], até benefícios motores para pacientes pós Acidente Vascular Encefálico (AVC) [4].

Tanto na Síndrome de dor regional complexa, AVC e dor no membro fantasma há um encolhimento da representação no córtex somatosensorial primária e, também, interrupção no esquema corporal [3] .

Amenizando essas alterações, a terapia com espelho é utilizada para reconciliar o feedback sensorial e de saída motora e ativar o córtex pré-motor, que tem íntimas conexões com áreas de processamento visual [5, 3, 6].

É grande o número de estudos sobre a terapia com espelho em sujeitos amputados, porém eles se restringem, em sua maioria, ao alívio da dor fantasma. Por isso, esse estudo buscou avaliar a ativação muscular do membro amputado de sujeitos submetidos a uma protocolo fisioterapêutico que incluía a terapia com espelho. Para quantificar a atividade muscular foi analisado o sinal eletromiográfico, visto que, o controle das próteses mioelétricas é feito por meio de eletrodos de superfície que contem sensores de aquisição de sinal mioelétrico.

O sinal eletromiográfico (EMG) é a manifestação elétrica da ativação neuromuscular associada com um músculo em contração. O sinal representa a corrente gerada pela o fluxo iônico através da membrana das fibras musculares, que se propaga pelos tecidos intervenientes para atingir a superfície de um elétrico de detecção localizado no ambiente [7].

Diante do exposto, acreditamos que a eletromiografia é uma ferramenta sensível para confirmar a seguinte hipótese: A terapia com espelho contribui para uma maior ativação muscular no membro superior amputado?

Materiais e métodos

Amostra - Participaram do estudo 2 sujeitos (S1 e S2) do sexo masculino, com idade de 21 e 20 anos, destros, que sofreram amputação traumática no membro superior direito, sendo uma amputação transradial e uma desarticulação do punho. O sujeito S2 também havia sofrido uma amputação traumática prévia do 5º dedo da mão E. Ambos realizaram um protocolo de tratamento fisioterapêutico com cinesioterapia, terapia com a caixa de espelho e eletroestimulação durante 12 meses antes da avaliação eletromiográfica. A realização do protocolo fisioterapêutico e as coletas foram realizadas no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABCOM) do Departamento de Fisioterapia Aplicada da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o projeto foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa da UFTM, protocolo número 2713.

Protocolo de coleta de dados - Inicialmente a pele foi preparada seguindo as recomendações do projeto da União Européia de Eletromiografia de Superfície para a Abordagem não Invasiva Muscular (SENIAM)[8]. Os eletrodos ativos foram posicionados nos músculo extensor radial longo do carpo nos membros superiores primeiramente no membro superior esquerdo, aproximadamente dois dedos abaixo do epicôndilo lateral do úmero, seguindo o trajeto do músculo [9] e na sequência foi colocado o eletrodo no membro amputado.

Os sujeitos foram devidamente acomodados em uma cadeira em frente a uma mesa confeccionada especialmente para o estudo. Os membros superiores foram posicionados sobre a mesa com os ombros levemente abduzidos, cotovelos em flexão de aproximadamente 70° e antebraços em pronação.

Foram realizadas três tarefas, todas com contração isométrica de extensão de punho bilateral: A tarefa 1 foi realizada utilizando uma caixa com espelho como biofeedback visual. O membro amputado permaneceu dentro de uma caixa em que no lado voltado para o membro contralateral estava fixado um espelho (Figura 1A). Foi solicitado para o sujeito olhar para a imagem refletida da mão contralateral, imaginando que representasse o segmento amputado (Figura 1B e 1C). A tarefa 2 foi realizada com a mesma caixa, agora com o lado sem o espelho voltado para o membro contralateral, não havendo mais o reflexo. Foi solicitado que o voluntário observasse sua mão realizando a tarefa. Na tarefa 3 foi realizado o movimento sem a caixa, de forma que o sujeito pudesse visualizar o membro amputado (Figura 1D).



Figura 1: Tarefas para coleta da eletromiografia

As três tarefas foram realizadas sob comando verbal gravado em um áudio. O tempo de cada coleta foi de 55 segundos, sendo 3 contrações de 5 segundos intercaladas por 10 segundos de repouso. Houve descanso de um minuto entre as tarefas. Antes das tarefas com espelho foi realizado um treinamento em que o sujeito realizava movimentos de tocar e afastar os dedos, percorrendo a superfície do espelho (Figura 2).



Figura 2: Treino de tocar o espelho com os dedos

Instrumentação - Para quantificar a atividade muscular foi utilizado o eletromiógrafo Myosystem® da marca DataHominis Tecnologia. O equipamento possui

razão de rejeição de modo comum de 92 dB, conversor analógico de 16 bits e eletrodos ativos bipolares com 10mm de distância entre as barras de captação e ganho de 20 vezes. Para as coletas, o filtro passa faixa do equipamento foi ajustado para uma banda de frequência entre 15 e 4KHz, com taxa de amostragem de 8 KHz, respeitando o teorema de Nyquist [10, 11]. O ganho total do equipamento foi ajustado para cada sujeito, sem permitir saturação.

Análise dos sinais EMG - Os sinais eletromiográficos foram processados de forma *off-line* utilizando o software Myosystem- Br1 versão 3.5.6. Os dados foram filtrados com frequência de corte de 15Hz e 1000Hz. Para análise dos dados foram desprezados 0,5 segundos iniciais e finais de cada momento, totalizando quatro segundos de contração. Após o janelamento foi calculado o valor do *Root Mean Square* (RMS) para cada momento de contração.

Análise estatística - Para a análise dos sinais e comparação entre os membros amputado e contralateral e entre as três tarefas, foi feita a média da RMS das três contrações de cada tarefa. Utilizando assim, um único valor para comparação. Para visualizar o efeito do espelho como biofeedback visual, foi calculada a razão entre o valor de RMS do membro amputado (A) em relação ao do membro contralateral (C).

Resultados

A avaliação realizada pôde mostrar que em todas as tarefas houve uma maior ativação muscular no membro que sofreu amputação comparado ao membro contralateral. A atividade muscular da tarefa 1 foi maior do que Tarefa 3 para os dois sujeitos. A atividade muscular foi maior na tarefa 1 do que as outras tarefas para o S1 enquanto que para o S2 esta foi maior na tarefa 2 (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores do RMS do músculo extensor radial longo do carpo dos membros Amputado e Contralateral.

Tarefa	Lado	S1		S2	
		RMS	% lado A/NA	RMS	% lado A/NA
Caixa com Espelho (tarefa 1)	A	188,07	335,9	295,79	177,8
	C	55,99		166,37	
Caixa sem Espelho (tarefa 2)	A	137,76	193,1	281,70	181,5
	C	71,36		155,24	
Sem caixa observando o membro amputado (tarefa 3)	A	169,22	194,3	381,77	157,5
	C	87,11		242,45	

Discussão

Na comparação da atividade muscular entre o lado amputados e o lado contralateral, para todas as tarefas, houve uma maior ativação do músculo extensor radial longo do carpo no membro amputado, comparado ao membro contralateral. Esse resultado favorável aos músculos do membro amputado, sugere que essa maior ativação muscular seja devido aos dois sujeitos terem realizado a terapia do espelho, por 12 meses, durante o protocolo fisioterapêutico, mantendo a representação cortical do membro amputado e isso refletiu na ativação dessa musculatura. Esse resultado tem grande importância visto estes sujeitos poderão fazer uso da prótese mioelétrica, e que este treinamento prévio com espelho pode facilitar na sua adaptação à prótese. Segundo Geng, Zhou & Li [12] a prótese mioelétrica mantém seu funcionamento por meio de eletrodos na superfície muscular, o que ressalta a importância desta técnica na fase pré-protetização.

Na comparação entre as tarefas realizadas, o RMS do S1 obteve um percentual de 335,9 %, maior em relação ao membro contralateral, durante a tarefa 1. Isso representa que houve uma ativação muscular 3 vezes maior no membro amputado durante a tarefa com espelho. Resultado melhor do que nas tarefas 2 (193,1%)

e 3 (194,3%) . Isso demonstra a eficácia da terapia com o espelho para o S1, que durante os 12 meses de aplicação do protocolo fisioterapêutico apresentou uma ótima aceitação da terapia do espelho. A ação da terapia do espelho, além da manutenção da preservação das áreas corticais, também proporcionam a ativação destas determinadas áreas por meio dos Neurônios-Espelho, como observado no estudo de Molenberghs, Cunnington e Mattingley [13].

O S2 necessitou de um grande período de adaptação com o espelho e apresentou certa resistência à técnica, relatando no início que “não acreditava na eficácia da terapia”. Além da amputação no membro direito, S2 também havia sofrido amputação traumática prévia do 5ºdedo da mão contralateral. Diante disso, a imagem no espelho que ele observava não era idêntica à da mão amputada. No início do tratamento, ele resistia à terapia, dizendo que “a mão direita tinha todos os dedos e não era igual a imagem observada no espelho”. O que pode explicar o fato de o resultado da RMS na tarefa 1 ter sido menor (177,8%) que a tarefa 2 (181,5%). Porém, ainda sim, a tarefa 1 apresentou maior ativação que na tarefa 3, em que ele observava o membro amputado, demonstrando um resultado positivo com o espelho também para S2.

Rizzolatti e Craighero [14], encontraram que a

simples observação de um objeto ou uma ação isolada não são eficazes, precisa haver um contexto para aquela ação. Durante os meses em que foi aplicado o protocolo fisioterapêutico, S2 passou a aceitar a terapia com espelho. O tempo que ele demorou para aderir a terapia pode ter influenciado no resultado positivo.

A tarefa 2 consistia em observar da mão contralateral realizando a extensão do punho, contribuindo no recrutamento muscular da musculatura do membro amputado. A observação da mão contralateral também ajuda na tarefa motora e pode ser explicado pelos neurônios-espelho. Os neurônios-espelho mediam o entendimento das ações realizadas da seguinte forma: Cada vez que um indivíduo vê uma ação feita (por outra pessoa ou de sua própria mão), os neurônios que representam essa ação são ativados no córtex pré-motor, essa indução automática, corresponde ao que é gerado espontaneamente durante a ação [15]. A contribuição dos neurônios-espelho pode ocorrer tanto ao observar a imagem no espelho ou observar a própria mão. No caso do S2, foi observado resultado melhor na tarefa 2, em que este observou sua mão realizando a tarefa. Dessa forma, o efeito visual (do espelho ou da própria mão) contribuiu para a ativação muscular do membro amputado.

Neste estudo não foi realizada uma avaliação eletromiográfica pré-treinamento, o que representa uma limitação da metodologia. Entretanto, os resultados são interessantes, pois evidenciaram que o biofeedback visual teve efeito direto na ativação muscular desses pacientes com amputação no membro superior.

Conclusão

Por meio da eletromiografia foi possível quantificar o aumento da atividade muscular no membro amputado durante a tarefa com biofeedback visual. Essa informação contribui para avaliar o efeito da terapia com espelho na fase pré-protetização, facilitando a adaptação do paciente na fase de protetização.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES e à FAPEMIG pelo apoio financeiro para esta pesquisa. Aos Pacientes e ao Laboratório de Engenharia Biomédica (BIOLAB) da Universidade Federal de Uberlândia que cedeu o equipamento para a realização do estudo.

Referências

1. Ritchie JB, Carlson T. Mirror, mirror, on the wall, is that even my hand at all? Changes in the afterimage of one's reflection in a mirror in response to bodily movement. *Neuropsychologia* 48 (2010) 1495–1500.

2. Smurr LM, Gulick K, Yancosek K, Ganz O. Managing the Upper Extremity Amputee: A Protocol for Success. *Journal of Hand Therapy* (Impact Factor: 1.56). 01/2008; 21(2):160-75; quiz 176.

3. Moseley GL. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain* 108 (2004) 192–198

4. Sharma N, Pomeroy VM, Baron JC. FmedSci. Motor Imagery A Backdoor to the Motor System After Stroke? *Stroke* 2006;37:1941-1952; originally published online Jun 1, 2006;

5. Altschuler E, Wisdom S, Stone L, Foster C, Glalasko D, Llewellyn D, Ramachandran, VS. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 1999;353:2035–6.

6. Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, Miltner WH, Taub E, Weiller C. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke* 2000;31:1210–6.

7. De Luca, C.J. *Electromyography*. Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation, (John G. Webster, Ed.) John Wiley Publisher, 98-109, 2006.

8. *Preparation of the skin* Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles [cited 2014 June 10th]; Available from: <http://www.seniam.org/>.

9. Delagi EF, Perotto AO, Iazzetti J, Morrison D. *Anatomical guide for the electromyographer: the limbs and trunk*. 5th ed. : CHARLES C THOMAS • PUBLISHER, LTD, 2011

10. Nise, NS., *Engenharia de Sistema de Controle*. 6 edition ed. 2012.

11. *Data Hominis Tecnologia*. 2014 [cited 2014 June 16th]; Available from: <http://www.datahominis.com.br/>.

12. Geng Y, Zhou & Li G. Toward attenuating the impact of arm positions on electromyography pattern-recognition based motion classification in transradial amputees. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2012.

13. Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley J. B. Brain regions with mirror properties: A meta-analysis of 125 human fMRI studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 36, n. 1, p. 341-349, 1// 2012.

14. Rizzolatti G., Craighero L. The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci.* 27, 169–192. 2004.

15. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nat. Rev. Neuroscience*. 2:661–70. 2001.