

# Terapia-espelho aplicada à recuperação funcional de pacientes Pós-Acidente Vascular Cerebral

*Mirror therapy applied to functional recovery of post-stroke patients*

*Sergio Machado<sup>1</sup>, Bruna Velasques<sup>2</sup>, Flávia Paes<sup>3</sup>, Marlo Cunha<sup>4</sup>, Luis F. Basile<sup>5</sup>, Henning Budde<sup>6</sup>, Maurício Cagy<sup>7</sup>, Roberto Piedade<sup>8</sup>, Pedro Ribeiro<sup>9</sup>*

## RESUMO

Ramachandran *et al.* foram os primeiros a introduzirem o uso do espelho para induzir a sensação cinestésica em membros amputados. Os mecanismos neurofisiológicos envolvidos para explicar a terapia-espelho ainda não são claros, mas estão relacionados com o efeito causado pelo feedback visual em áreas corticais sensorio-motoras. Essa entrada visual pode ser o suficiente para evocar a percepção cinestésica em certas circunstâncias. Neste contexto, a terapia-espelho é uma possibilidade segura e útil que vem demonstrando resultados positivos na recuperação funcional de pacientes com hemiparesia pós-acidente vascular cerebral.

**Unitermos.** Acidente Vascular Cerebral, Feedback Visual, Reabilitação.

**Citação.** Machado S, Velasques B, Paes F, Cunha M, Basile LF, Budde H, Cagy M, Piedade R, Ribeiro P. Terapia-espelho aplicada à recuperação funcional de pacientes pós-acidente vascular cerebral.

## ABSTRACT

Ramachandran *at al.* were the first to introduce the use of a mirror to induce kinesthetic sensations in the phantom limbs. The neurophysiological mechanisms involved in the explanation of how mirror therapy works are still unclear but may be related to the effects caused by visual and somatosensory feedback in cortical sensorimotor areas. Thus, visual input may be sufficient to evoke kinesthetic percepts in certain circumstances. With this in mind, mirror therapy is a safety and useful possibility that has been demonstrating positive results in functional recovery of post-stroke hemiparetic patients.

**Keywords.** Stroke, Visual Feedback, Rehabilitation.

**Citation.** Machado S, Velasques B, Paes F, Cunha M, Basile LF, Budde H, Cagy M, Piedade R, Ribeiro P. Mirror therapy applied to functional recovery of post-stroke patients.

## Trabalho realizado no Instituto de Neurociências Aplicadas (INA), Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

1. Educador Físico, Doutorando, Laboratório de Mapeamento Cerebral e Integração Sensorio-Motora (IPUB/UFRJ), Instituto de Neurociências Aplicadas (INA), Bolsista Capes, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
2. Psicóloga, Doutoranda, IPUB/UFRJ, INA, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
3. Psicóloga, Doutoranda, Professora da Faculdade de Psicologia do Instituto Brasileiro de Medicina e Reabilitação (IBMR), Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
4. Educador Físico, Doutor, Professor da Escola de Educação Física do Laboratório de Comportamento Motor da Universidade Federal de Petrolina (UNIVASF); IPUB/UFRJ, INA, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
5. Médico, Doutor, Divisão de Neurocirurgia Funcional da FMUSP. Professor do Laboratório de Psicofisiologia da UMEESP, São Paulo-SP, Brasil.
6. Educador Físico, Doutor, Professor do Departamento de Ciência de Movimento e Treinamento do Instituto de Ciências do Esporte, Humboldt University, Berlin - Alemanha.
7. Engenheiro Biomédico, Doutor, Professor de Epidemiologia e Bioestatística, da Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
8. Médico, Doutor, Professor da IPUB/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
9. Educador Físico, Doutor, Professor do Departamento de Biociências da Atividade Física, Escola de Educação Física e Desportos (EEFD/UFRJ); IPUB/UFRJ; INA, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

## Endereço para correspondência:

Sergio EC Machado  
R Prof Sabóia Ribeiro, 69/104.  
CEP 22430-130, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.  
E-mail: secm80@yahoo.com.br

Opinião

Recebido em: 29/07/10

Aceito em: 21/10/10

Conflito de interesses: não

## INTRODUÇÃO

Três dicotomias um tanto artificiais tem atormentado a neurologia desde suas origens. Primeiro, existiu um debate se diferentes capacidades mentais são claramente localizadas em módulos ou são elas mediadas de uma forma holística? Segundo, se os módulos especializados existem, se eles funcionam de forma autônoma ou se eles interagem substancialmente? Terceiro, são eles flexíveis ou podem ser modificados pela mudança na entrada de informações, mesmo em cérebros de adultos, ou seja, seria o dano cerebral em adultos irreversível ou seria possível alguma recuperação? Inúmeras gerações de profissionais de medicina foram ensinadas que funções são localizadas e fixas e que danos são geralmente permanentes; embora existam sempre vozes divergentes. No entanto, vem ocorrendo uma mudança de paradigma na neurologia com um aumento na rejeição deste dogma clássico. Essa mudança teve seu início no trabalho de Patrick Wall, através de suas evidências para a nova visão de função cerebral. Foram levadas em conta evidências de ambas as interações intersensoriais assim como da plasticidade dos módulos cerebrais. É claro que todas essas evidências são provenientes de investigações em cérebros adultos; contradizendo o dogma de comunicações cerebrais imutáveis<sup>1,2</sup>.

Partindo desses princípios, na tentativa de atenuar os déficits sensorio-motores e acelerar o processo de recuperação funcional, atualmente a técnica de terapia-espelho (*feedback* visual espelhado), introduzida por Ramachandran e Rogers em 1992<sup>1</sup> para o tratamento de pacientes com dor fantasma, é utilizada para o tratamento da hemiparesia pós-AVC. A terapia-espelho consiste de uma técnica que usa um espelho de 2 x 2 m, verticalmente apoiado sagitalmente no meio de uma caixa retangular. A técnica sugere que uma rede neural responsável pelo controle de uma mão em uma determinada tarefa pode ser utilizada nos movimentos de outra mão, referindo-se à capacidade de memorização de um procedimento. A idéia é reeducar o cérebro através de uma simples tarefa, onde o indivíduo realiza uma série de movimentos com o braço saudável, sendo

que este é visto ao espelho como se fosse o braço lesionado. Dessa forma, pretende-se “enganar” o cérebro, fazendo com que ele imite os movimentos do braço lesionado através do reflexo do braço não-lesionado no espelho<sup>3</sup>.

Após este trabalho inicial, realizado por Ramachandran e Rogers<sup>1</sup>, outros estudos subsequentes se inspiraram nestes achados utilizando a terapia-espelho<sup>2</sup>. Muito se especula sobre a eficácia da técnica, devido aos bons resultados observados através de estudos clínicos recentes. Dessa forma, sugere-se que a técnica possui um grande potencial para futuras aplicações e implicações no campo da neurologia. Mesmo que somente uma pequena proporção de pacientes seja ajudada, estes resultados já seriam de grande valor, dado à alta incidência de AVCs, já que cerca de um décimo da população mundial sofrerá algum tipo de déficit sensorio-motor relacionado ao AVC. Além disso, mesmo que a técnica beneficie uma minoria de pacientes, esta é capaz de preparar o caminho para um futuro mais completo de terapias efetivas uma vez que conhecemos as variáveis envolvidas.

Em estudo piloto placebo-controlado<sup>2</sup> conduzido com 9 pacientes, foi observada uma recuperação funcional moderada em 3 pacientes, leve em outros 3, e quase nenhuma nos últimos 3. Subsequentemente, um número de relatos de caso e series<sup>4-6</sup> encontraram benefícios para a hemiparesia pós-AVC. Mais recentemente, 2 estudos randomizados e controlados encontraram melhora significativa da hemiparesia<sup>7,8</sup>. Ambos os estudos utilizaram 40 pacientes com hemiparesia, sendo no primeiro com hemiparesia de membros inferiores<sup>7</sup> e no segundo com hemiparesia de membros superiores<sup>8</sup> inscritos até 12 meses pós-AVC. Os sujeitos foram randomizados em grupo de terapia-espelho (movimentos das pernas para o primeiro estudo e movimentos de ambas as mãos e braços para o segundo) ou de controle, sendo que todos os sujeitos receberam um protocolo de fisioterapia como intervenção controle. Foi verificada uma melhora estatisticamente significativa dos déficits sensorio-motores através da escala de Brunnstrom e pela escala FIM em favor do grupo que

recebeu terapia-espelho quando comparados ao grupo controle. Estes resultados indicam que muitos pacientes mostram recuperação substancial de suas funções usando terapia-espelho. Mas a variabilidade sugere que a técnica pode ajudar alguns pacientes mais do que outros. Esta variabilidade pode depender em parte do local exato da lesão e duração dos déficits pós-AVC. Uma vez que estas variáveis tenham sido entendidas, pode ser possível administrar a terapia-espelho para estes pacientes que são capazes de se beneficiarem mais (embora a simplicidade da técnica, esta possui potencial para ser implementada habitualmente como terapia adicional).

A maneira pela qual é estabelecida a restauração da ligação entre visão e movimento pode levar a uma resolução da paralisia aprendida em pacientes pós-AVC, e com isto em mente, uma possível explicação clínica para os resultados apresentados acima, seria o sistema de neurônios-espelho (SNE)<sup>9</sup>. Este sistema de neurônios é encontrado tanto nos lobos frontal quanto no parietal, áreas ricas em neurônios responsáveis por comandos motores, os quais disparam na produção de movimentos habilidosos simples, tais como se alguém pegasse um amendoim ou pusesse uma maçã em sua boca. De forma extraordinária, um subconjunto desses neurônios, “neurônios-espelho”, também disparam quando alguém apenas observa outra pessoa realizar o mesmo movimento. Os neurônios-espelho permitem que um sujeito se coloque no lugar de outro, vendo o mundo desde a perspectiva do outro, não somente física, mas também mentalmente, a fim de deduzir a ação iminente do outro.

Neurônios-espelho necessariamente envolvem interações entre modalidades múltiplas, visão, comandos motores, propriocepção, os quais sugerem que eles poderiam estar envolvidos na eficácia da terapia-espelho em pacientes pós-AVC. Quando se trata do AVC, as reorganizações da imagem corporal no córtex sensorial e motor podem gerar limitações reais do movimento, mas também limitações que podem ser classificadas como “paralisia aprendida.” Isto se dá devido a um vaso sanguíneo obstruído no cérebro, as fibras que

se estendem do cérebro para a medula espinhal ficam sem oxigênio e sofrem um dano, gerando uma paralisia real; porém, nas fases iniciais de um derrame, o cérebro apresenta um edema, deixando também, temporariamente, alguns nervos simplesmente atordoados e desligados. Durante este período, quando o membro não funciona, o cérebro recebe *feedback* visual negativo. Depois que o edema diminui, em virtude da vivência de um *feedback* visual negativo, é possível que o cérebro do paciente fique com uma forma de “paralisia aprendida”<sup>3</sup>. Uma possibilidade é que caso exista um resíduo de neurônios-espelho sobreviventes e latentes, através da terapia-espelho um fornecimento de informação visual através da terapia-espelho poderia reviver os neurônios motores.

Tal possibilidade foi investigada e confirmada por um grupo de pesquisadores que utilizaram em um grupo experimental um protocolo composto de terapia-espelho e também de vídeos onde os pacientes assistiam a movimentos realizados por pessoas saudáveis, para que logo após tentassem usar seu braço parético para realizar os movimentos. Comparado ao grupo controle que realizou um protocolo de fisioterapia convencional e assistiu um vídeo com símbolos geométricos, o grupo experimental apresentou resultados superiores. Os autores salientam ainda que este protocolo possa ser utilizado por pacientes com hemiparesia bilateral pós-AVC, através do movimento de um braço por parte do paciente enquanto assiste o reflexo do braço do fisioterapeuta no espelho<sup>10</sup>.

Partindo do princípio de que além dos tratos córtico-espinhais que trafegam contralateralmente desde o córtex motor, existem também alguns ipsilaterais. Por exemplo, o córtex motor direito envia suas eferências não somente para o lado esquerdo da medula espinhal como ainda se pensa, mas também para a medula espinhal contralateralmente. Dentro deste contexto, argumentamos se, seriam estas vias excitatórias ou inibitórias? Seriam estas funcionais ou vestígios remanescentes de alguma via antiga não cruzada antes? Quando comandos são enviados para o lado contralateral do corpo, por que nenhum comando vai simultanea-

mente para os músculos ipsilaterais? Seriam, portanto esses movimentos ipsilaterais reprimidos espelhados no lado esquerdo? E por último, se as informações do hemisfério direito para o lado esquerdo, medula espinal e corpo é danificada pelo AVC, então por que a via ipsilateral desde o lado esquerdo para a medula espinal não pode assumir o comando e mover o membro paralisado? Nenhuma dessas questões foi respondida satisfatoriamente, porém com uma investigação mais meticulosa, seria possível tirar vantagem dessas conexões em um cenário clínico, pois talvez o *feedback* visual atue reativando estas conexões ipsilaterais latentes<sup>10</sup>.

Os estudos sobre terapia-espelho demonstram que a referida técnica tem grandes implicações, ambas para a prática clínica e para nosso entendimento teórico do cérebro. Do ponto de vista clínico, os estudos sugerem que a terapia-espelho pode acelerar a recuperação funcional de uma ampla gama de distúrbios sensorio-motoras, tais como hemiparesia pós-AVC ou outra lesão cerebral<sup>1-8</sup>. Em um nível teórico, os achados também têm grande relevância para nosso entendimento de função cerebral normal e anormal. A antiga visão de função cerebral (modelo padrão), proveniente do século passado e que a neurologia ainda tem se baseado, é a noção que o cérebro consiste de um número grande de módulos autônomos altamente especializados que interagem muito pouco com os outros no nascimento. Distúrbios neurológicos, nesta visão, resultam de um dano relativamente irreversível e permanente para um único ou um pequeno subconjunto de módulos, o qual não explicaria exatamente a especificidade da localização de sinais e déficits, mas também porque existe geralmente tão pouca recuperação de função após lesões ou danos cerebrais. Ao eliminar um módulo automaticamente uma função é eliminada para sempre.

Em conclusão, os resultados aqui apresentados têm grandes implicações, tanto para prática clínica quanto para o entendimento teórico sobre o funcionamento do cérebro. Do ponto de vista clínico, os resultados sugerem que a terapia-espelho pode acelerar a recuperação de funções em pacientes hemiparéticos que

sofreram AVC e possivelmente outras lesões ou danos cerebrais, tal como o traumatismo crânio-encefálico, ou até mesmo lesões periféricas, tal como síndrome dolorosa complexa regional. Resta saber se pacientes com outras doenças, como Parkinson ou distonias focais, poderiam se beneficiar do uso desta terapia. Ainda que pareça improvável, tal questão merece ser explorada. Na verdade, estes achados demonstram inequivocadamente que usando procedimentos muito simples, podem ser anuladas barreiras entre módulos (e.g. entre visão e propriocepção), e, mais extraordinariamente, entre um cérebro e outro, um paciente literalmente vivencia outra dor em seu membro<sup>1,3</sup>. Tais achados sugerem que é necessário repensar a visão de que o cérebro trabalha de forma seriada e hierárquica com seus módulos e substituí-la por uma nova visão mais dinâmica. Ao invés de se pensar os módulos cerebrais como inflexíveis e autônomos estes deveriam ser vistos como estando em um estado de equilíbrio dinâmico com o outro e com o ambiente (incluindo o corpo), com conexões sendo constantemente formadas e re-formadas em resposta a mudanças ambientais necessárias. Uma disfunção neurológica, pelo menos em algumas instâncias poderia ser causada não tanto pelo dano irreversível de um módulo, mas por uma mudança funcional no equilíbrio. Dentro deste contexto, talvez o ponto de equilíbrio possa ser modificado para seu estado normal pelo pressionamento de uma tecla “reset” usando relativamente um procedimento simples e não-invasivo como a terapia-espelho.

## CONCLUSÃO

Os mecanismos neurofisiológicos envolvidos para explicar a terapia-espelho ainda não são claros, mas estão relacionados com o efeito causado pelo *feedback* visual em áreas corticais sensorio-motoras. Essa entrada visual pode ser o suficiente para evocar a percepção cinestésica em certas circunstâncias. Neste contexto, a terapia-espelho é uma possibilidade segura e útil que vem demonstrando resultados positivos na recuperação funcional de pacientes com hemiparesia pós-acidente vascular cerebral.

**REFERÊNCIAS**

1. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Stewart M. Perceptual correlates of massive cortical reorganization. *Science* 1992;258:1159-60.
2. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn DME, et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 1999;353:2035-6.
3. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirror. *Proc Biol Sci* 1996;263:377-86.
4. Sathian K, Greenspan AI, Wolf SL. Doing it with mirrors: a case study of a novel approach to neurorehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2000;14:73-6.
5. Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1090-2.
6. Stevens JA, Stoykov ME. Simulation of bilateral movement training through mirror reflection: a case report demonstrating an occupational therapy technique for hemiparesis. *Top Stroke Rehabil* 2004;11:59-66.
7. Sütbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, Koseoglu BF. Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:555-9.
8. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sütbeyaz S, Bussmann JB, Köseoglu F, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:393-8.
9. di Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Understanding motor events: a neurophysiological study. *Exp Brain Res* 1992;91:176-80.
10. Ertelt D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage* 2007;36:164-73.