

# Efeito da Terapia-Espelho na função motora dos membros inferiores na doença de Machado-Joseph

*Effect of mirror therapy on motor function of the lower limbs Machado-Joseph disease*

Miqueline Pivoto Faria Dias<sup>1</sup>, Ruanito Calixto Júnior<sup>1</sup>, Andreia Maria Silva<sup>2</sup>,  
Adriana Teresa Silva<sup>3</sup>

## RESUMO

**Objetivo.** O objetivo deste estudo foi relatar o caso de um paciente com doença de Machado-Joseph submetido à Terapia-Espelho (TE) em membros inferiores. **Método.** Trata-se de um relato de caso de um paciente do gênero masculino, 56 anos, com diagnóstico de Doença Machado-Joseph. Os instrumentos utilizados para avaliação foram a Escala de equilíbrio Berg (EEB), teste de caminhada de 5 metros (C5M), teste de subir e descer escadas (TSE) e (TDE), teste de Time up-and-Go (TT) e eletromiografia de superfície durante a contração isométrica voluntária (CIV) bilateralmente e simultaneamente dos músculos retofemural (RF) e tibial anterior (TA). Para a intervenção aplicou-se a TE associada a exercícios nos membros inferiores. **Resultados.** Houve aumento na EEB ( $p=0,05$ ), redução do tempo para os testes C5M, TES, TED, TT e aumento da atividade eletromiográfica para os músculos RF e TA. **Conclusão.** Conclui-se que a TE pode contribuir para melhora funcional e aumento na atividade eletromiográfica neste paciente.

**Unitermos.** Reabilitação, Ataxia Cerebelar, Fisioterapia

**Citação.** Dias MPF, Calixto-Júnior R, Silva AM, Silva AT. Efeito da Terapia-Espelho na função motora dos membros inferiores na doença de Machado-Joseph.

## ABSTRACT

**Objective.** The objective of this study was to report the case of a patient with Machado-Joseph disease undergoing therapy Mirror (TM) in the lower limbs. **Method.** This is a case report of a male patient, 56 years old, diagnosed with Machado-Joseph disease. The instruments used for evaluation were the equilibrium Berg Scale (BBS), walk test 5 meters (C5M) test up and down stairs (TU) and (TDS), Time test up-and-Go (TUG) and surface electromyography during voluntary isometric contraction (IVC) bilaterally and simultaneously the retofemoral muscles (RF) and tibialis anterior (TA). For intervention applied to TM associated with exercises in the lower limbs. **Results.** There was a increase in the BBS ( $p=0.05$ ), reducing the time for C5M test, TU, TDS, TUG, and increased electromyographic activity for RF and TA muscles. **Conclusion.** We concluded that the TM can contribute to functional improvement and increase in electromyographic activity in this patient.

**Keywords.** Rehabilitation, Cerebellar Ataxia, Physical Therapy

**Citation.** Dias MPF, Calixto-Júnior R, Silva AM, Silva AT. Effect of mirror therapy on motor function of the lower limbs Machado-Joseph disease.

Trabalho realizado na Universidade do Vale do Sapucaí –UNIVAS, Pouso Alegre-MG, Brasil.

Endereço para correspondência

Adriana T Silva  
Av Pref. Tuany Toledo, 470  
CEP 37550-000, Pouso Alegre-MG, Brasil  
e-mail: adrianat.silva@yahoo.com.br

- 1.Fisioterapeuta, graduado pela Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVAS, Pouso Alegre-MG, Brasil.
- 2.Fisioterapeuta, Doutora, Docente do curso de fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas, Alfenas-MG, Brasil.
- 3.Fisioterapeuta, Doutoranda, Docente da Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVAS, Pouso Alegre-MG, Brasil.

Relato de Caso  
Recebido em: 16/06/14  
Aceito em: 03/02/15

Conflito de interesses: não

## INTRODUÇÃO

As ataxias espinocerebelares (SCA) representam uma variedade de desordens degenerativas do Sistema Nervoso Central (SNC). Clinicamente esse grupo de doenças é caracterizado por disfunção cerebelar, manifestada por ataxia de marcha e membros, descoordenação e disartria<sup>1</sup>. A Ataxia espinocerebelar tipo 1, tipo 2, e a tipo 3 (Doença de Machado-Joseph -DMJ) são três formas de SCA, herança genética autossômica dominante.

A DMJ acarreta comprometimento progressivo da função motora, principalmente na postura, no equilíbrio, distúrbios oculomotores e oromotoras, alterações do tônus e marcha prejudicada<sup>2</sup>. Com a progressão da doença as perdas motoras produzem efeitos deletérios do imobilismo afetando a qualidade de vida destes pacientes<sup>3</sup>.

O tratamento medicamentoso eficaz para DMJ ainda não está disponível, sendo assim a fisioterapia pode contribuir para minimizar as perdas motoras<sup>4-6</sup>.

Dentre as formas de tratamento para reabilitação a terapia-espelho (TE) é uma abordagem terapêutica promissora que vem promovendo recuperação funcional de desordens sensório-motoras, tais como hemiparesia por Acidente Vascular Cerebral (AVC), síndrome do membro fantasma e lesões ortopédicas<sup>7-9</sup>.

A explicação clínica do efeito positivo da técnica TE é através do sistema neurônio-espelho (SNE)<sup>10</sup>. O SNE é encontrado tanto nos lobos frontal quanto no parietal, que caracterizam áreas abundantes de neurônios responsáveis por comandos motores e movimentos habilidosos simples<sup>11</sup>. Alguns estudos mostram que a TE é capaz de ativar o córtex motor primário promovendo reorganização neural, ou seja, plasticidade cerebral<sup>12</sup>.

Devido a estes efeitos clínicos produzidos pela TE ainda há necessidade de comprovação em algumas doenças como, por exemplo, a DMJ.

Dessa maneira, o objetivo do presente estudo foi relatar um caso de um paciente com DMJ submetido à TE em membros inferiores.

## MÉTODO

### Desenho do estudo

Trata-se de um relato de caso, aprovado pelo comitê de ética de pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí - UNIVAS com número CAAE: 11437512.1.0000.5102. A amostra foi selecionada por conveniência do ambulatório de fisioterapia do Hospital Universitário Samuel Libânio, Pouso Alegre, MG, Brasil.

O paciente foi informado sobre os objetivos e procedimentos a serem adotados e foi convidada a participar da pesquisa e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### Amostra

A amostra foi constituída por um indivíduo do gênero masculino, 56 anos, apresentando diagnóstico de Ataxia espinocerebelar autossômica dominante, tipo III – DMJ, confirmada por estudo molecular. Nos antecedentes familiares, a mãe e o irmão apresentam o diagnóstico da doença e os dois filhos não apresentam manifestações claras.

No quadro clínico apresentava ataxia axial e apendicular, alteração da oculomotricidade extrínseca, polineuropatia sensitivo-motora axonal de predomínio nos membros inferiores. A marcha se caracteriza por atáxica, com alargamento da base e instabilidade, principalmente nas mudanças de direção. Apresenta retração de pálpebra superior bilateral (sinal de Collier). Havia presença de nistagmo nas miradas laterais, sem bradicinesias ou rigidez; diminuição de força muscular em membro inferior esquerdo (grau 3 – teste de força manual); arreflexia profunda generalizada; esboço de Babinski bilateral; dismetria; decomposição de movimento e tremor na manobra índice-nariz e calcanhar Joelho, bilateralmente; abolição de sensibilidade vibratória nos membros inferiores e diminuição da sensibilidade vibratória nos membros superiores; sensibilidade artrocinética preservada nos quatro membros e o Teste de Romberg positivo.

## Procedimento

A terapia foi realizada no laboratório de motricidade humana da UNIVÁS, no período da manhã, com duração de uma hora a sessão, em um período de dez dias consecutivos, excluindo sábado e domingo. A dificuldade dos exercícios foi aumentada gradualmente no decorrer da terapia seguindo uma sequência pré-determinada.

Foram utilizados os seguintes materiais: um espelho com 50 cm de largura por 100 cm de comprimento; uma cadeira com encosto sem braços; uma faixa elástica (TheraBand® - na cor verde); um aparelho de Eletromiografia superfície (EMG system Brasil®); um estetoscópio e um esfigmomanômetro (rappaport®).

A intervenção foi aplicada no membro inferior direito (MID) com objetivo de melhora do membro inferior esquerdo (MIE) com base nos dados obtidos na avaliação em que foi constatado que esse último é o membro mais acometido.

No primeiro dia, o paciente foi submetido ao exame de eletromiografia de superfície, nos músculos reto-femoral (RF) e tibial anterior (TA) bilateral na contração isométrica voluntária (CIV) simultaneamente. Posteriormente foi aferida a pressão arterial e foram aplicados os testes o teste de Romberg, a escala de equilíbrio Berg, teste de caminhada de 5 metros (C5M), teste de subir escada (TES), teste de descer escada (TED), e o teste de time-up-and-go (TT). Após a avaliação o paciente foi submetido a aplicação da TE.

A TE foi aplicada em sedestação, o posicionamento do espelho foi colocado entre as pernas do paciente, sendo instruído a olhar o movimento do MID no espelho, enquanto o membro contralateral permaneceu em repouso.

Na primeira semana, o paciente realizou exercícios ativos com MID sem resistência e com ênfase em movimentos funcionais da marcha. A sequência dos exercícios foi da seguinte forma: exercícios de flexão quadril, extensão de joelho, dorsiflexão, flexão plantar e circundação do tornozelo. Dessa forma, a terapia constou de três sequência de exercícios citados acima. E cada sequência foram realizados três séries de 10 repetições para cada exercício citado.

Na segunda semana, o paciente realizou exer-

cícios resistidos com uso de uma faixa elástica. Foi seguida a seguinte sequência: exercícios de flexão, adução e abdução de quadril; extensão de joelho; dorsiflexão; flexão plantar e circundação do tornozelo. Sendo apenas os exercícios de flexão de quadril e circundação do tornozelo realizados de forma ativa sem resistência. Foram realizadas duas sequência de exercícios citados acima. E em cada sequência foram realizadas três séries de 10 repetições para cada exercício citado. A terapia teve a duração de uma hora.

Após 10 sessões, o paciente foi submetido novamente à avaliação.

### *Avaliação eletromiográfica de superfície*

Os sinais eletromiográficos (EMG) foram coletados por um condicionador de 4 canais (EMG system do Brasil Ltda®), composto por eletrodos bipolar ativo com pré-amplificação com ganho de 20x, filtro analógico passabanda de 20-500Hz e modo de refeição comum >100dB. Os sinais EMG foram coletados com frequência de amostragem de 2KHz, digitalizados por uma placa de conversão A/D de 16 bits. Neste estudo foram utilizados eletrodos autoadesivos circulares de prata-cloreto de prata (Ag/AgCl) descartáveis, com diâmetros de 10 mm (Medi-Trace®) com distância intereletrodo de 20 mm.

Inicialmente foram coletados os sinais EMG dos músculos TA e o RF bilateralmente simultaneamente durante a CIV. Para determinar os valores de referência para CIV, o indivíduo estava na posição ortostática, em cima de um tapete emborrachado, mantendo uma distância entre os pés, com os joelhos semifletidos a 30° e os quadris fletidos a 10°, apoiando os membros superiores numa superfície. Foi solicitado que os pacientes realizassem uma contração isométrica mantida, fazendo força máxima contra a superfície do solo, por um período de 5 segundos. Foram realizadas três séries de cinco segundos CIV, havendo repouso de 1 minuto entre cada série. Durante a execução da CIV a avaliadora dava o comando verbal – solicitando a execução do máximo de contração.

Para análise destes músculos, primeiramente foi realizado a limpeza da pele com algodão e álcool a 70% e tricotomia, posteriormente eram fixados os eletrodos ativo unipolar na direção da fibra muscular dos músculos

do foi 1/3 abaixo da cabeça da fíbula e o RF na metade do traçado entre uma linha da espinha ilíaca anterosuperior e a borda superior da patela. O eletrodo de referência foi fixado no tornozelo direito seguindo o protocolo de SENIAM<sup>13</sup>.

#### *Normalização do sinal eletromiográfico*

Para análise do sinal eletromiográfico, a raiz quadrada da média (RMS) do sinal foi calculada. Todos os sinais foram processados usando a subrotina do software Matlab. O sinal EMG foi coletado em cinco segundos, desconsiderou o primeiro e o último segundo restando apenas três segundos para análise. O valor de referência foi estabelecido pela RMS máximo de cada análise antes e após a intervenção. O valor de referência foi dividido pelo maior valor de toda análise e multiplicada por 100%.

#### *Avaliação funcional*

Na avaliação pela escala de equilíbrio de Berg (EEB), o paciente foi solicitado a realizar as 14 tarefas multifuncionais realizadas na vida diária abordadas pela escala. A pontuação varia de 0 a 4 (4 realiza tarefa de forma independente com os critérios de tempo e distância e 0 incapaz de realizar tarefa) o máximo de ponto obtido é de 56 pontos<sup>14</sup>.

O teste de caminhada de 5 metros (C5M) foi inicialmente explicado ao paciente quanto a forma de ser executado. Em seguida o paciente realizou a caminhada de 5 metros e foram cronometrados o tempo gasto<sup>15</sup>.

Os testes de subir escada (TES) e teste de descer escada (TED) foram realizados em uma escada composta por 8 degraus. O paciente foi orientado a subir e descer todos os degraus no menor tempo possível com segurança, com incentivo e realizado sempre pelo mesmo examinador. Foi cronometrado o tempo gasto para subir e descer a escada<sup>16</sup>.

Na avaliação pelo teste *time-up-and-go* (TUG) o indivíduo foi posicionado em sedestação confortavelmente em uma cadeira firme com os braços e as costas apoiados na cadeira e então foi instruído a levantar-se caminhar três metros, virar e andar até a cadeira e sentar-se novamente. O indivíduo foi observado e foi cronometrado

o tempo de execução da tarefa<sup>17</sup>.

Todos os testes foram realizados três vezes e foi escolhido o melhor desempenho na tarefa.

#### **Análise estatística**

Para os dados obtidos pela EEB, utilizou o teste de normalidade Shapiro-wilk seguido do teste de wilcoxon para comparação antes e após a intervenção. Para os TT, TSE, TDE e C5M foram utilizados os valores obtidos antes e após a intervenção. Os dados da eletromiografia foram apresentados em porcentagem pelo RMS normalizado (RMSn) antes e após a intervenção. Adotou-se o nível de significância  $p < 0,05$ . O software utilizado foi *Statistical Package for the Social Science Statistic*® SPSS (version 20.0).

## **RESULTADOS**

Houve aumento das médias obtidas na EEB ( $p=0,05$ , Figura 1). Os valores obtidos nas habilidades funcionais, dos testes TT, TSE, TDE e C5M, observa-se uma diminuição do tempo de realização das tarefas (Figura 2). Na avaliação da EMG, observa-se aumento da atividade eletromiográfica para o retofemoral e tibial anterior bilateralmente (Figura 3). As posturas dos sujeitos foram analisadas individualmente.

## **DISCUSSÃO**

O achado principal deste estudo foi que a TE pode contribuir para melhora das atividades funcionais e melhor recrutamento do padrão ativação da contração muscular neste paciente. Não há evidência na literatura com a aplicação da TE no paciente abordado, sendo o primeiro estudo a ser realizado. Algumas respostas positivas foram observadas na recuperação motora dos membros inferiores em pacientes com AVC<sup>18</sup>.

Acredita-se que estas melhoras tenham ocorrido no presente estudo, devido ao fato, da terapia ter sido realizada por numa sequência de repetições durante um período, sugerindo a ocorrência de plasticidade cerebral.

Figura 1. Médias e desvio padrão dos valores obtidos pela Escala de Equilíbrio de Berg.

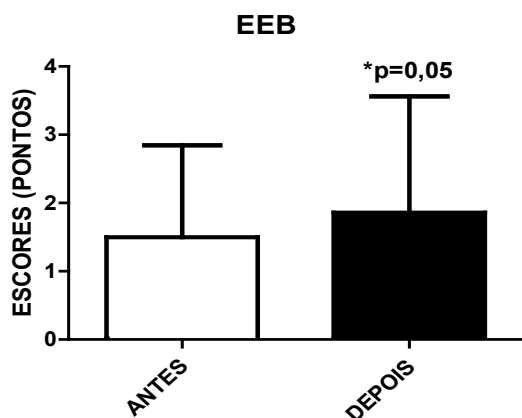
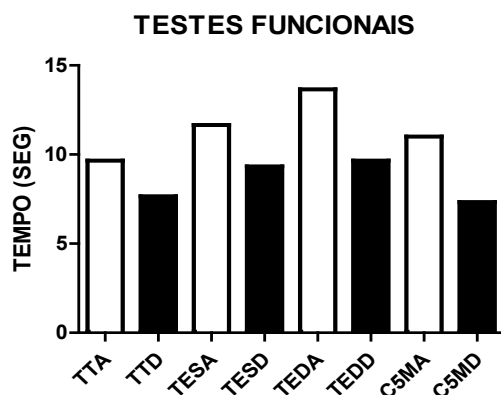
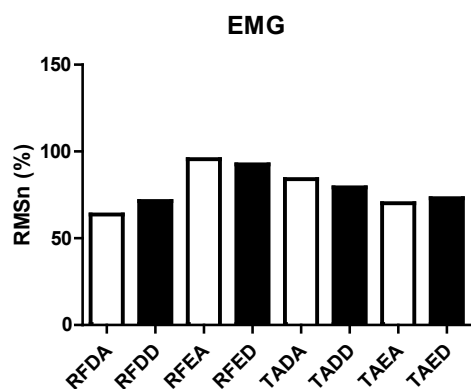


Figura 2. Tempo de execução dos testes funcionais antes e após a intervenção.



TTA = Teste Time-up-and-go antes; TTD = Teste Time-up-and-go depois; TESA = teste de subir escadas antes; TESD = teste de subir escadas depois; TEDA = Teste de descer escadas antes; TEDD = Teste de descer escadas depois; C5MA = Caminhada de 5 minutos antes; C5MD = Caminhada de 5 minutos depois.

Figura 3. Valores da RMSn antes e após a intervenção.



RFDA = reto femoral direito antes; RFDD = reto femoral direito depois; RFEA = reto femoral esquerdo antes; RFED = reto femoral esquerdo depois; TADA = tibial anterior direito antes; TADD = tibial anterior direito depois; TAEA = tibial anterior esquerdo antes; TAED = tibial anterior esquerdo depois.

Vários estudos mostram que a repetição é capaz de gerar plasticidade<sup>19,20</sup>.

Os efeitos clínicos da TE e subsequente reorganização cortical em pacientes com AVC crônico foram os objetivos proposto por<sup>21</sup>, nota-se que a TE promoveu melhoras significativas na função motora da extremidade superior, como também uma mudança no equilíbrio de ativação do córtex motor primário em direção ao hemisfério lesionado, sugerindo reorganização neural.

Outro ponto importante que esta técnica fornece é o feedback visual, considerada uma ferramenta importante para recrutar as entradas somatossensoriais induzindo a excitabilidade para o córtex motor<sup>22-24</sup>. A ilusão provocada pelo espelho pode aumentar a atenção à tarefa motora, gerando maior ativação cortical<sup>25</sup>.

A terapia espelho foi capaz de promover a recuperação motora da amplitude, velocidade e precisão dos movimentos do membro superior afetado na hemiparesia crônica<sup>25</sup>. Esse efeito é decorrente do estímulo visual propiciado ao paciente, de modo a substituir a o estímulo proprioceptivo, o qual pode estar diminuída ou ausente nesses pacientes<sup>20</sup>.

Em relação a variável equilíbrio nota-se ganhos positivos neste item, também observado em outros estudos<sup>26-28</sup>. A melhora do equilíbrio poderá ser justificada pelo uso de exercício com resistência elástica adicionada ao feedback promovido pelo espelho. Alguns estudos mostram que o fortalecimento foi capaz de promover melhora na marcha<sup>27,28</sup>.

Os resultados decorrentes do teste TT e o teste C5M, do presente estudo, apresentaram diminuição no tempo de execução, o que não foi observado nos achados do estudo<sup>29</sup>, mas foi evidenciado no estudo<sup>30</sup>.

Nos testes de subir e descer escada o paciente executou em menor tempo e maior velocidade após a intervenção, isto também ocorreu em outro estudo<sup>28</sup>.

Analizando a atividade eletromiográfica houve o aumento para o RF bilateralmente e TAE, exceto para o TAD. Estes achados condiz com o estudo<sup>31</sup>, no qual utilizaram a TE em 24 indivíduos saudáveis e notaram um aumento da atividade eletromiográfica para o músculo interosseo dorsal da mão.

Até o presente momento não encontramos na literatura a utilização da TE em indivíduos com DJM. Suge-



re-se mais estudos com aplicação da TE nesta doença. As limitações do presente estudo devem ser apontadas como: é um caso isolado, falta de um grupo controle, necessidade de um follow-up para verificar a permanência dos resultados e utilização de escalas específicas para ataxia.

## CONCLUSÃO

A Terapia-Espelho pode contribuir para melhora funcional e para o padrão de ativação da contração muscular em um paciente com DMJ.

## REFERÊNCIAS

1. Lopes-Cendes I, Teive HGA, Calcagnoto ME, Costa JC, Cardoso F, Viana E, et al.. Frequency of the different mutations causing spinocerebellar ataxia (SAC1, SAC2, DMJ/SAC3 and DRPLA) in a large group of Brazilians patients. *Arq Neuropsiquiatr* 1997;55:519-29.
2. Ferrarin M, Gironi M, Mendozzi L, Nemni R, Mazzoleni P, Rabuffetti M. Procedure for the quantitative evaluation of motor disturbances in cerebellar ataxic patients. *Med Biol Eng Comput* 2005;43:349-56. [dx.doi.org/10.1007/BF02345812](https://doi.org/10.1007/BF02345812)
3. Van de Warrenburg BPC, Steijns JAG, Munneke M, Kremer BPH, Bloem BR. Falls in degenerative cerebellar ataxias. *Mov Disord* 2005;20:497-500. [dx.doi.org/10.1002/mds.20375](https://doi.org/10.1002/mds.20375)
4. Gazulla J. Actualización en neuroquímica y terapéutica farmacológica de las ataxias cerebelosas. *Rev Neurol* 2007;45:31-41.
5. Freund JE, Stettin DM. Use of trunk stabilization and locomotor training in an adult with cerebellar ataxia: a single system design. *Physiother Theory Pract* 2010;26:447-58. [dx.doi.org/10.3109/09593980903532234](https://doi.org/10.3109/09593980903532234)
6. Martins CP, Rodrigues EC, Oliveira LAS. Abordagem fisioterapêutica da ataxia espinocerebelar: uma revisão sistemática. *Fisioter Pesq* 2013;20:286-91. [dx.doi.org/10.1590/S1809-29502013000300015](https://doi.org/10.1590/S1809-29502013000300015)
7. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sutbeyaz S, Bussmann JB, Koseoglu F, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:393-8. [dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.162](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.162)
8. Rosen B, Lundborg G. Training with a mirror in rehabilitation of the hand. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2005;39:104-8. [dx.doi.org/10.1080/02844310510006187](https://doi.org/10.1080/02844310510006187)
9. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proc Biol Sci* 1996;263:377-86. [dx.doi.org/10.1098/rspb.1996.0058](https://doi.org/10.1098/rspb.1996.0058)
10. di Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Understanding motor events: a neurophysiological study. *Exp Brain Res* 1992;91:176-80. [dx.doi.org/10.1007/BF00230027](https://doi.org/10.1007/BF00230027)
11. Machado S, Velasques B, Paes F, Cunha M, Basile LF, Budde H, et al. Terapia-espelho aplicada à recuperação funcional de pacientes Pós-Acidente Vascular Cerebral. *Rev Neurocienc* 2011;19:171-5.
12. Hamzei F, Lippchen CH, Glauche V, Mader I, Rijntjes M, Weiller C. Functional Plasticity Induced by Mirror Training: The Mirror as the Element Connecting Both Hands to one Hemisphere. *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26:484-96. [dx.doi.org/10.1177/1545968311427917](https://doi.org/10.1177/1545968311427917)
13. Seniam. Project surface electromyography for the non-invasive assessment of muscles (Endereço na Internet). Netherlands: Seniam Group - Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (acessado em 10/12/2010). Disponível em: [www.seniam.org](http://www.seniam.org)
14. Miyamoto ST, Lombardi-Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res* 2004;37:1411-21. [dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2004000900017](https://doi.org/10.1590/S0100-879X2004000900017)
15. Salbach NM, Mayo NE, Wood-Draughn S, Hanley JA, Richards CL, Côté R. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2004;18:608-18. [dx.doi.org/10.1191/0269215504cr763oa](https://doi.org/10.1191/0269215504cr763oa)
16. Vasconcelos KSS, Dias JMD, Dias RC. Impacto do grau de obsessividade nos sintomas e na capacidade funcional de mulheres com osteoartrite de joelhos. *Fisioter Pesq* 2008;15:125-30. [dx.doi.org/10.1590/S1809-29502008000200003](https://doi.org/10.1590/S1809-29502008000200003)
17. Wall JC, Bell C, Campbell S, Davis J. The time get-up-and-go test revisited: Measurement of the component tasks. *J Rehab Res Develop* 2000;37:109-14.
18. Sutbeyaz 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. [dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.02.034](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.02.034)
19. Nudo RJ, Plautz EJ, Frost SB. Role of adaptive plasticity in recovery of function after damage to motor cortex. *Muscle Nerve* 2001;24:1000-19. [dx.doi.org/10.1002/mus.1104](https://doi.org/10.1002/mus.1104)
20. Ramachandran VS. Plasticity and functional recovery in neurology. *Clin Med* 2005;5:368-73.
21. Michielsen ME, Selles RW, Van der Geest JN, Eckhardt M, Yavuzer G, Stam HJ, et al. Motor Recovery and Cortical Reorganization After Mirror Therapy in Chronic Stroke Patients: A Phase II Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2011;25:223-33. [dx.doi.org/10.1177/1545968310385127](https://doi.org/10.1177/1545968310385127)
22. Rothgangel AS, Morton AR, Hout van Den JWE, Beurskens AJHM. Mirror therapy in stroke patients. *Ned Tijdschr Fysiother* 2004;114:36-40.
23. Ward NS, Cohen LG. Mechanisms underlying recovery of motor function after stroke. *Arch Neurol* 2004;61:1844-8. [dx.doi.org/10.1001/archneur.61.12.1844](https://doi.org/10.1001/archneur.61.12.1844)
24. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn ME, et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 1999;353:2035-6. [dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)00920-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)00920-4)
25. Binkofski F, Fink GR, Geyer S, Buccino G, Gruber O, Shah NJ, et al. Neural activity in human primary motor cortex areas 4a and 4p is modulated differentially by attention to action. *J Neurophysiol* 2002;88:514-9. [dx.doi.org/10.1152/jn.00947.2001](https://doi.org/10.1152/jn.00947.2001)
26. Oliveira APR, Freitas AM. Efeitos da intervenção fisioterapêutica nas habilidades funcionais e no equilíbrio de uma paciente com ataxia espinocerebelar: estudo de caso. *Fisioter Pesq* 2006;13:43-7.
27. Miyai I, Ito M, Hattori N, Mihara M, Hatakenaka M, Yagura H, et al. Cerebellar ataxia rehabilitation trial in degenerative cerebellar diseases. *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26:515-22. [dx.doi.org/10.1177/1545968311425918](https://doi.org/10.1177/1545968311425918)
28. Dias ML, Toti F, Almeida SRM, Oberg TD. Efeito do peso para membros inferiores no equilíbrio estático e dinâmico nos portadores de ataxia. *Acta Fisiatr* 2009;16:3-7.
29. Ilg W, Brötz D, Burkard S, Giese MA, Schöls L, Synofzik M. Long-term effects of coordinative training in degenerative cerebellar disease. *Mov Disord* 2010;25:2239-46. [dx.doi.org/10.1002/mds.23222](https://doi.org/10.1002/mds.23222)

30. Shiga Y, Tsuda T, Itoyama Y, Shimizu H, Miyazawa K, Jin K, et al. Transcranial magnetic stimulation alleviates truncal ataxia in spinocerebellar degeneration. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;72:124-6. [dx.doi.org/10.1136/jnnp.72.1.124](https://doi.org/10.1136/jnnp.72.1.124)

31. Furukawa K, Suzuki H, Fukuda J. Motion of the Drawing Hand Induces a Progressive Increase in Muscle Activity of the Non-Dominant Hand in Ramachandran's Mirror-Box Therapy. *J Rehab Med* 2012;44:939-43. [dx.doi.org/10.2340/16501977-1048](https://doi.org/10.2340/16501977-1048)