

# Prática mental na reabilitação de membro superior após acidente vascular encefálico – casos clínicos

## *Mental practice in the upper extremity rehabilitation after stroke – clinical cases*

Bruna Esequiel Gaspar<sup>1</sup>; Tássia Tamy Hirono Hotta<sup>1</sup>; Luciane Aparecida Pascucci Sande de Souza<sup>2</sup>

1 Graduanda em Fisioterapia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba, Minas Gerais – Brasil.

2 Doutora, professora adjunto do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba, Minas Gerais – Brasil.

### Endereço para correspondência

Bruna Esequiel Gaspar  
Rua Adriano Garrido, nº 35, São Sebastião  
14701-220 - Bebedouro – SP[Brasil]  
brunaesequiel@gmail.com

### Resumo

**Introdução:** O acidente vascular encefálico (AVE) apresenta altos índices de mortalidade e sua evolução, geralmente, implica em algum grau de dependência. A prática mental baseia-se na simulação mental de movimentos para promover aprendizagem de uma habilidade motora. **Objetivos:** Produzir um protocolo de prática mental utilizando o espelho combinado com cinesioterapia e investigar seus efeitos na recuperação funcional comparando-os com a aplicação isolada da cinesioterapia. **Métodos:** Participaram do estudo quatro pacientes vítimas de AVE na fase aguda, com sequelas motoras de hemiplegia ou hemiparesia. Dois realizaram terapia do espelho associada a cinesioterapia e os outros dois realizaram apenas a cinesioterapia. **Resultados:** Foi possível observar o desenvolvimento de bilateralidade nos pacientes, sugerindo que a associação entre imagem e prática mental possa representar uma estratégia interessante na aquisição de habilidades motoras. **Conclusão:** A resposta de melhora motora associada ao espelho foi observada somente nos pacientes paréticos, sugerindo a necessidade de novos estudos em pacientes plégicos.

**Descritores:** Acidente vascular cerebral; Imagens (psicoterapia); Membro superior; Reabilitação

### Abstract

**Introduction:** Stroke has a high mortality rate and its evolution often implies some dependence degree. The mental practice is based on imagination to promote learning of motor skills. **Objectives:** To produce a mental practice protocol using the mirror agreed with exercise and investigate its effects on functional recovery compared with the isolated kinesiotherapy. **Methods:** Participated four stroke patients in acute phase, with hemiplegic or hemiparetic motor sequels. Two subjects performed the mirror therapy associated with kinesiotherapy and the other two subjects performed only the kinesiotherapy. **Results:** It was possible to observe bilateral increment in patients, suggesting that the combined therapy of imagery and mental practice may represent an interesting strategy to acquiring motor skills. **Conclusion:** The motor improvement associated with the mirror was only observed in paretic patients suggesting the need for further studies in plegic patients.

**Key words:** Imagery (psychotherapy); Rehabilitation; Stroke; Upper extremity.

## Introdução

Considerando que as sequelas motoras são a causa primária do impacto da inabilidade ocasionada pelo AVE, faz-se necessária a comprovação de novas técnicas de terapia para prevenir a incapacidade motora. Recentemente, a prática mental tem sido sugerida como uma possibilidade de terapia coadjuvante na reabilitação motora<sup>1</sup>. A prática mental (PM) consiste em um método de treinamento em que a reprodução interna de um dado ato motor é repetida exaustivamente com a intenção de promover aprendizagem ou aperfeiçoamento de uma habilidade motora. A expressão imagética motora (IM) ou simulação mental corresponde a um estado dinâmico durante a representação de uma ação específica reativada internamente na memória de trabalho na ausência de qualquer movimento. A PM representa o resultado do acesso consciente à intenção de um movimento, que geralmente é executado de forma inconsciente durante a preparação motora<sup>2,3</sup>, estabelecendo uma relação entre eventos motores e percepções cognitivas<sup>4</sup>.

A terapia de espelho pode ser utilizada como um recurso para reabilitação por meio da prática mental. Várias hipóteses para o efeito da terapia de espelho na recuperação motora após AVE têm sido propostas. Por exemplo, Altschuler e cols<sup>5</sup> sugerem que a ilusão de movimentação do membro afetado criada pelo espelho pode compensar a diminuição das informações proprioceptivas, contribuindo assim no recrutamento do córtex pré-motor e na sua reabilitação, por meio da íntima conexão entre a informação visual e áreas pré-motoras<sup>6</sup>. O efeito da ilusão visual do espelho na atividade cerebral foi investigada em uma série de estudos. Garry e cols<sup>7</sup> realizaram a estimulação magnética transcraniana, durante o uso do espelho, em indivíduos saudáveis e observaram aumento da excitabilidade do córtex motor primário (M1) da mão atrás do espelho. Os neurônios-espelho são neurônios visuomotores bimodais que estão ativos durante a observação da ação, a estimulação mental (imaginação) e sua execução.

Tem sido demonstrado que a observação passiva de uma ação facilita a excitabilidade do M1 dos músculos utilizados nessa ação específica<sup>8</sup>. Usualmente, as lesões consequentes do AVE resultam em destruição do tecido neural, sendo concebível que exista uma “paralisia pelo desuso” como componente desse quadro e que essa paralisia seja causada pela inibição temporária ou “bloqueio”, que pode ser beneficiado pela re-orientação visual fornecida pelo espelho<sup>9</sup>.

A PM aplicada de forma isolada alcança resultados menos expressivos do que os obtidos da prática física, em pacientes saudáveis e também em pacientes neurológicos. Mesmo com tal constatação, a associação de ambas às técnicas (PM e prática física) aponta para maior eficácia do que as duas técnicas quando aplicadas separadamente<sup>10,11</sup>. Apesar desses indícios, a literatura ainda é escassa no assunto, principalmente nas vertentes de tratamento fisioterapêutico no AVE que utilizam a PM com ferramenta no processo de recuperação funcional<sup>12</sup>.

Os objetivos desse trabalho foram: 1) produzir um protocolo de prática mental com terapia de espelho combinado com cinesioterapia, que fosse de fácil reprodução e aplicabilidade; 2) investigar os efeitos do uso desse protocolo na recuperação do membro acometido, comparando-o com a aplicação isolada da cinesioterapia.

## Metodologia

Participaram do estudo quatro pacientes com entrada no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), e que apresentavam diagnóstico de AVE agudo, (nas primeiras semanas *pós-ictus*), confirmado por exame de imagem, sem episódios prévios de lesão encefálica, com sequelas cognitivas e/ou motoras. Os critérios de inclusão foram: comprometimento unilateral (hemiplegia ou hemiparesia) e capacidade cognitiva para executar as tarefas pedidas e compreender o propósito do tratamento. Esses pacientes foram triados no hospital e encaminhados ao

Centro de Reabilitação da UFTM para que a intervenção tivesse início a partir da segunda semana até um máximo de três meses após o episódio de AVE. Os pacientes foram informados sobre a realização do estudo, seus objetivos e foi apresentado um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com as normas do comitê de ética e pesquisa da UFTM, sob o protocolo nº 1647.

Os pacientes foram distribuídos aleatoriamente, por meio de sorteio, em dois grupos: 1) protocolo de intervenção com a terapia de espelho e convencional e 2) terapia convencional. Os atendimentos foram realizados no Centro de Reabilitação Prof. Dr. Fausto da Cunha Oliveira da UFTM, O protocolo de tratamento teve duração de 20 sessões, realizadas duas vezes por semana, sendo 30 minutos para a terapia de espelho e 30 minutos para a terapia convencional.

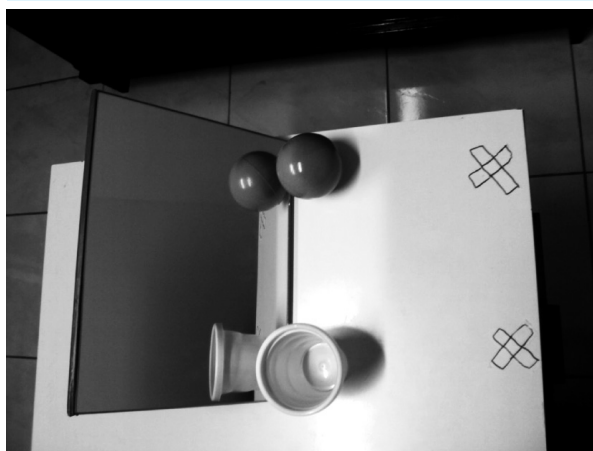
Para a realização da terapia de espelho foram padronizados movimentos, objetos e o comando verbal dado ao paciente. A mesa de

aplicação do protocolo possuía dois pares de marcadores feitos com fitas adesivas em formato de X. Os pares foram distanciados 15 cm entre si para delimitar a área de execução das tarefas. A caixa de espelho foi posicionada a 5 cm dos marcadores e o paciente deveria ser capaz de observar pelo espelho os quatro marcadores posicionados sobre a mesa (Figura 1). Os objetos utilizados para a realização das preensões foram: um copo de acrílico (8 cm de diâmetro), tubo plástico (4cm de diâmetro), uma bola de borracha com 5 cm de diâmetro e uma bolinha de massa de modelar com 1,5 cm de diâmetro, aproximadamente.

Durante a realização dos exercícios o paciente deveria ser capaz de manter a concentração no espelho e tentar realizar o mesmo movimento com o membro acometido dentro da caixa. Para isso, foi utilizado o comando verbal “Concentre no espelho e tente mexer a mão que está lá dentro”. Os movimentos solicitados foram flexão e extensão de punho e dedos, oponências e preensões diversas. (detalhadas no Quadro 1)

Espelho		Convencional	
Solicitar movimentação do membro não acometido em frente à caixa de espelho onde se encontra o membro acometido, causando assim a impressão de mobilidade bilateral		Alongamento, fortalecimento e/ou mobilização e treino funcional dos músculos acometidos.	
Movimentos puros * realizar cada atividade por 2 minutos	1. Flexão e extensão de punho 2. Flexão e extensão de dedos 3. Oponências 4. Preensões (cilíndrica, esférica e tripode)	Alongamento *manter a posição por 30 segundos em cada grupo muscular	1. Flexores de dedos 2. Flexores de punho 3. Flexor ulnar 4. Flexores de cotovelo 5. Flexores de ombro 6. Rotadores internos do ombro.
Movimentos funcionais *Preensão cilíndrica, esférica e pinça tripode * manter cada atividade por três minutos totalizando 15 minutos de terapia	Colocar e despejar a bola grande do copo acrílico Colocar e despejar a bolinha no tubo plástico. Movimentar os objetos em sequência sobre os marcadores formando quadrados e diagonais Amassar a bolinha de massa realizando oponência de todos os dedos.	Fortalecimento e/ou mobilização * 3 séries de 10 repetições para cada grupo muscular	1. Flexores de dedos 2. Flexores de punho 3. Flexor ulnar 4. Flexores de cotovelo 5. Flexores de ombro 6. Rotadores internos do ombro.
		Treino funcional do membro acometido * manter cada atividade por três minutos, totalizando 15 minutos de terapia	Realizar o mesmo circuito de movimentos funcionais utilizados para a terapia de espelho, sem o espelho.

**Quadro 1:** Protocolo de aplicação da terapia



**Figura 1:** Foto da tarefa, com os marcadores ao lado direito, o espelho, a bolinha e o copo do lado esquerdo

A terapia convencional foi padronizada com alongamento dos músculos flexores do ombro, cotovelo, punho e dedos e rotadores mediais do ombro, mantidos por 30 segundos em cada posição; fortalecimento muscular e mobilização ativa ou passiva das articulações de ombro, cotovelo, punho e dedos em três séries de 10 repetições, com intervalos de um minuto entre as séries; e treino funcional com o mesmo circuito aplicado na terapia de espelhos, porém sem o uso da caixa de espelho. (detalhada no Quadro 1)

No primeiro, décimo e vigésimo dias de intervenção foram aplicadas as seguintes escalas de avaliação:

Fugl-Meyer<sup>13</sup>- Avaliação do nível de comprometimento sensório-motor, totalizando 226 pontos. Para o trabalho, foi utilizada a parte referente à extremidade superior, sendo 118 a maior pontuação, indicando ausência de comprometimento.

Minimental<sup>14</sup>- Avaliação clínica de mudança do estado cognitivo. O escore pode va-

riar de 0 (maior grau de comprometimento cognitivo), até o máximo de 30 (melhor capacidade cognitiva).

Escala de Ashworth<sup>15</sup> modificada - Avaliação de tônus. A pontuação varia de 0 (tônus normal) a 4 (hipertonia grave impossibilitando a movimentação passiva).

Jebsen-Taylor<sup>16</sup> adaptado - Avaliação do uso funcional da mão. Os objetos utilizados foram padronizados e seguiram as indicações da própria descrição das tarefas propostas. A pontuação considerada foi o tempo utilizado para realizar as atividades.

Escala para avaliação das incapacidades nas Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVDs), de Lawton e Brody<sup>17</sup> adaptada. A máxima pontuação obtida é 21 (completa independência funcional); entre 6 a 20 pontos (dependência parcial) e, abaixo de 5 pontos (dependência total) para a realização das atividades.

## Relato de casos clínicos

Os primeiros resultados obtidos nos testes e escalas de avaliação aplicadas, (descritos na Tabela 1) evidenciaram comprometimento funcional, dificuldades para realizar as atividades propostas, alteração de tônus e maior nível de dependência para a realização das atividades do dia a dia.

### Caso clínico I

Paciente 1, sexo masculino, 59 anos, diagnóstico clínico de AVE isquêmico, na região de ponte à esquerda, com hemiparesia importante à direita. Permaneceu internado por duas semanas e iniciou a fisioterapia na terceira semana

**Tabela 1:** Resultados obtidos nas escalas de avaliação

	Fugl Meyer			Minimental			Ashworth			Jebsen-Taylor			Lawton/Brody		
	01	10	20	01	10	20	01	10	20	01	10	20	01	10	20
Caso 1	69	108	113	21	26	29	2	1	0	167	43,5	27	12	13	13
Caso 2	40	44	48	15	16	17	2	2	3	0	0	0	7	9	11
Caso 3	73	87	105	23	25	30	1+	1+	1	130	70	56	13	13	18
Caso 4	39	51	51	27	27	27	1	1	3	0	0	0	14	15	15

Legenda – 01 = 1º sessão, 10 = 10º sessão, 20 = 20º sessão

após a ocorrência do AVE. O paciente foi inserido no protocolo da terapia de espelho. Os primeiros resultados indicaram incapacidade funcional e dificuldades para realizar as atividades propostas em razão do quadro inicial de paresia importante e hipertonia leve.

Ao longo do tratamento, o paciente progrediu, com melhora da força muscular e da coordenação. Durante a realização de movimentos com o membro acometido, principalmente com os de coordenação motora fina, foram observados movimentos bilaterais importantes, mesmo quando não solicitados. Observou-se que houve melhora na qualidade do movimento do membro acometido quando a atividade foi realizada bilateralmente.

Ao final das 20 sessões, foram aplicadas as escalas de avaliação novamente e as pontuações revelaram ganho na capacidade funcional do membro superior, evidenciando a melhora na força, movimentação ativa e coordenação.

## Caso clínico II

Paciente 2, sexo feminino, 63 anos, diagnóstico clínico de AVE isquêmico na região temporoparietal à direita, com hemiplegia à esquerda. Iniciou o tratamento na quarta semana após o AVE. A paciente foi incluída no protocolo de terapia de espelho. Os primeiros resultados estiveram muito abaixo do esperado, em razão da plegia de membro superior esquerdo, por ser analfabeta funcional e por estar inicialmente restrita à cadeira de rodas. O tônus indicou hipertonia leve.

Ao longo do tratamento a paciente desenvolveu a marcha independente com uso da órtese para membro inferior (suropodálica) e houve a instalação do padrão flexor de membro superior característico, com grau de movimentação passiva preservado, grau 3 na escala de Ashworth. Durante a tentativa de movimentação do membro acometido foi observada a movimentação inconsciente do membro superior contralateral.

Ao final das 20 sessões, foram aplicadas as escalas de avaliação novamente e as pontua-

ções obtidas revelaram ganho na capacidade de realizar atividades diárias em razão do desenvolvimento da marcha, porém as atividades relacionadas a utilização do membro superior esquerdo não obtiveram resultados expressivos, devido a permanência do seu quadro de incapacidade funcional.

## Caso clínico III

Paciente 3, sexo masculino, 56 anos, com diagnóstico clínico de AVE isquêmico na região de bulbo à esquerda, com quadro clínico de hemiparesia à direita. Permaneceu internado por 11 dias, e iniciou fisioterapia na terceira semana após o AVE. O paciente foi incluído no protocolo de terapia convencional. Os primeiros resultados indicaram a paresia de membro superior direito comprometendo as habilidades funcionais e dificultando a realização das atividades de vida diária. O tônus foi classificado como hipertonia leve.

Ao longo do tratamento, o paciente obteve uma melhora gradativa na mobilidade ativa de membro superior, força e coordenação. Ao final das 20 sessões, foram aplicadas as escalas de avaliação novamente e as pontuações revelaram ganho na capacidade de realização das atividades de vida diária, melhora da movimentação ativa, força e coordenação e melhora da independência funcional.

## Caso clínico IV

Paciente 4, sexo feminino, 30 anos, com diagnóstico clínico de AVE isquêmico na região temporoparietal à direita, com quadro de hemiplegia à esquerda. Permaneceu internada por 15 dias e iniciou a fisioterapia na terceira semana após o AVE. A paciente foi incluída no protocolo de terapia convencional. Os primeiros resultados revelaram plegia de hemicorpo esquerdo e a restrição à cadeira de rodas. O tônus indicou hipertonia muito leve.

Durante o tratamento, a paciente desenvolveu marcha independente com uso de órtese



para membro inferior esquerdo (suropodálica); a amplitude de movimento passivo permaneceu preservada, mas não foram observados esboços de movimentação ativa do membro superior. Ao final das 20 sessões, foram aplicadas as escalas novamente e as pontuações revelaram ganho na capacidade de realizar atividades diárias, em razão do desenvolvimento da marcha, e a maior independência com o lado dominante que não estava acometido. No entanto, permaneceu o quadro de plegia do membro superior.

## Discussão

Ao comparar os casos 1 e 3, com características semelhantes quanto ao hemisfério e local afetados, sequelas motoras (paresia) e incapacidades funcionais, pôde-se verificar que a terapia de espelho combinada com a reabilitação convencional foi mais rápida e vantajosa para a recuperação da força, destreza e coordenação motora fina quando comparada com a terapia sem o uso do espelho. O efeito benéfico na funcionalidade da mão começou no início do tratamento e teve aumento gradativo ao longo das sessões.

Corroborando com esses achados, estudos anteriores sugeriram que a terapia de espelho pode ser benéfica para a recuperação da função motora do membro superior parético. Em um estudo aleatório cruzado de nove pacientes com AVE crônico, Altschuler e cols<sup>5</sup> relataram que a amplitude de movimento (ADM), velocidade e precisão de movimentos do braço, tiveram grande melhora após a terapia de espelho, resultados semelhantes foram encontrados no Caso I. O paciente teve alta do protocolo proposto com ADM, mobilidade, força e destreza manual idênticas em ambos os membros. Stevens e Stoykov<sup>18</sup> também informaram que seus dois pacientes com AVE treinaram com a terapia do espelho por três a quatro semanas e obtiveram um aumento na pontuação da Avaliação de Fugl-Meyer, ADM ativa, velocidade de movimento e destreza manual após a terapia do espelho. Da mesma forma, Sathian e cols<sup>19</sup> verificaram que

duas semanas de intensa terapia de espelho em um paciente com AVE crônico resultaram em recuperação da força de preensão e movimentos de mão no membro parético.

Uma outra justificativa para a eficácia da terapia de espelho poderia ser o uso de movimentos bilaterais. Summers et al<sup>20</sup> investigaram a eficácia do treinamento bilateral e relataram que, em comparação com o treino unilateral, houve mais eficácia na recuperação da função motora de membro superior em pacientes com sequela crônica de AVE. Em uma recente revisão, Carson<sup>21</sup> explorou a possibilidade de ocorrer interações bilaterais em várias regiões cerebrais, dando origem a melhorias funcionais no controle do membro parético quando os movimentos eram realizados em contexto bimanual. Ele sugeriu que com a movimentação do membro não parético durante o treinamento motor, a facilitação cruzada do hemisfério intacto daria origem a um aumento da excitabilidade nas vias motoras homólogas do membro contralateral, facilitando a recuperação funcional.

Com relação aos sujeitos plégicos (casos 2 e 4) não é possível concluir que o protocolo proposto foi superior a terapia convencional. Isto ocorre em razão de importantes diferenças socioculturais e motoras observadas entre as pacientes. No entanto, ambas obtiveram melhora com os protocolos, o que mostra a importância de se investigar os efeitos da prática mental em sujeitos plégicos, incapazes de se movimentar.

## Conclusão

Como há poucos estudos aplicando a terapia de espelho em pacientes após AVE, ainda não existem indicações sobre a seleção do paciente elegível, a duração, a intensidade e a forma de treinamento para essa abordagem terapêutica. Apresenta-se, por meio desse trabalho um protocolo de intervenção e mostra-se a possibilidade do uso em sujeitos plégicos e paréticos. Estudos futuros poderão investigar a eficácia desse protocolo em pacientes com quadro

de negligência, além de utilizar exames de imagem para analisar o efeito central da aplicação da imagética motora.

## Referências

- 1 Braun SM, Beurskens AJ, Borm PJ, Schack T, Wade DT. The effects of mental practice in stroke rehabilitation: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.*2006;87:842-52.
- 2 Decety J, Grèzes J. Neural mechanisms subserving the perception of human actions. *Trends Cogn Sci.*1999;3:172-8.
- 3 Lotze M, Halsband U. Motor imagery. *J Physiol Paris.*2006;99:386-95.
- 4 Jackson PL, Doyon J, Richards CL, Malouin F. Potential role of mental practice using motor imagery in neurological rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.*2001;82:1133-41.
- 5 Altschuler EI, Wisdom SB, Stone L et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet.*1999;353:2035-6.
- 6 Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sütbeyaz S, Bussmann JB, Köseog˘Lu F, Atay MB, Stam HJ et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.*2008;89:393-8.
- 7 Garry MI, Loftus A, Summers JJ. Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. *Exp Brain Res.* 2005;163:118-22.
- 8 Fadiga L, Craighero L. Electrophysiology of action representation. *J Clin Neurophysiol.* 2004;21:157-69.
- 9 Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Phantom limbs and neural plasticity. *Arch Neurol.*2000;57:317-20.
- 10 Pascual-Leone A, Nguyet D, Cohen LG, Brasil-Neto JP, Cammarota A, Hallett M. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *J Neurophysiol.*1995;74:1037-45.
- 11 Weiss T, Hansen E, Rost R, Beyer L, Merten F, Nichelmann, C et al. Mental practice of motor skills used in post-stroke rehabilitation has own effects on central nervous activation. *Int J Neurosci.*1994;78:157-66.
- 12 Pacheco M, Machado S, Lattari JE, Portella CE, Velasques B, Silva JG, Bastos VH; Ribeiro P. Efeitos da prática mental combinada à cinesioterapia em pacientes pós-acidente vascular encefálico: uma revisão sistemática. *Revista Neurociências.* São Paulo. Set 2007; 15(4):304- 9.
- 13 Fugl-Meyer Ar, Jaasko L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegia patient. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975;7:13-31
- 14 Folstein MF, Folstein SE, Mchugh PR. Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.*1975;12:189-98.
- 15 Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.*1987;67(2):206-7.
- 16 Jebsen RH, Taylor N, Trieschman RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil.*1969;50(6):311-9.
- 17 Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist.*1969;9:179-85.
- 18 Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil.*2003;84:1090-2.
- 19 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.
- 20 Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI, Hiraga CY, Loftus A, Cauraugh JH. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: a TMS study. *J Neurol Sci.*2007;252:76-82.
- 21 Carson RG. Neural pathways mediating bilateral interactions between the upper limbs. *Brain Res Rev.*2005;49:641-62.