

Observação da ação com frequência autocontrolada e pré-determinada no acidente vascular cerebral

Action observation with self-controlled and pre-determined frequency in stroke

Luciana Protásio de Melo¹; Tânia Fernandes Campos²

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Mestre em Fisioterapia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – Brasil.

²Pós-Doutora em Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa, Doutora em Psicobiologia, Professora Associada de Fisioterapia Neurológica do Departamento de Fisioterapia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – Brasil.

Endereço para correspondência

Tânia Fernandes Campos
Av. Senador Salgado Filho, 3000
59066-800 – Natal – RN [Brasil]
taniacampos@ufrnet.br

Resumo

Introdução: A observação da ação é uma etapa importante da reabilitação no Acidente Vascular Cerebral (AVC). **Objetivos:** Avaliar o desempenho de pacientes pós-AVC na observação da ação de beber água. **Métodos:** Participaram 20 pacientes ($57,9 \pm 6,7$ anos), e 20 saudáveis ($55,4 \pm 5,9$ anos), sendo divididos em quatro grupos, dois com frequência autocontrolada, que determinava o número de vezes em que quatro sequências da ação eram apresentadas em vídeo; e dois, com frequência pré-determinada de 20 vezes pelo examinador. Para a análise dos dados, foi utilizado o teste Qui-quadrado. **Resultados:** Os pacientes mostraram desempenho semelhante aos saudáveis ao longo das tentativas. O grupo de pacientes com frequência autocontrolada precisou de menos tentativas para reconhecer corretamente as sequências da ação e estabilizou o desempenho na sexta tentativa. **Conclusões:** Pacientes com AVC que utilizam a frequência autocontrolada podem se beneficiar dessa técnica com poucas repetições, por isso ela pode ser incluída no tratamento fisioterapêutico desses indivíduos.

Descritores: Acidente vascular cerebral; Aprendizagem; Atividades cotidianas.

Abstract

Introduction: Action observation is an important step in the rehabilitation of stroke. **Objectives:** To evaluate the performance of post-stroke patients in the observation of the action of drinking water. **Methods:** Twenty patients (57.9 ± 6.7 years) and twenty healthy subjects (55.4 ± 5.9 years) were divided into four groups, two with self-controlled frequency, which determined the number of times four sequences of action were delivered on video, and two with pre-determined frequency by the examiner 20 times. For data analysis, the chi-square test was used. **Results:** Patients showed similar to healthy throughout the performance trials. The self-controlled patients group needed less frequently trials to properly recognize the sequences of action and stabilized performance at the sixth trial. **Conclusions:** Stroke patients who use self-controlled frequency can benefit from this technique with few repetitions, so it can be included in physical therapy for these patients.

Key words: Activities of daily living; Learning; Stroke.

Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) se constitui na primeira causa de morte no Brasil e também é o principal motivo de incapacidade grave a longo prazo em adultos¹⁻⁴. Os indivíduos que sobrevivem a um AVC apresentam déficits neurológicos persistentes que prejudicam suas atividades de vida diária e sua qualidade de vida^{5,6}, o que representa uma forte necessidade do desenvolvimento de pesquisas, a fim de proporcionar um impacto na morbimortalidade dessa população.

A estimulação da aprendizagem motora é de fundamental importância para a reabilitação desses pacientes, pois tal aprendizagem corresponde à aquisição de novos padrões de movimento e consequente modificação do comportamento em decorrência da prática com a qual a capacidade de seleção e retenção de informações relevantes à tarefa é aperfeiçoada, resultando no aumento da precisão do ato⁷.

De acordo com Schmidt⁷, no processo de reaprendizagem motora, o terapeuta pode substituir as instruções verbais pela demonstração utilizando vídeos, filmes ou fotografias de movimentos a serem aprendidos. Durante a apresentação de um estímulo visual, na observação da ação o indivíduo tende a codificar, classificar e reorganizar os elementos da tarefa em esquemas familiares, para assim poder recordar mais facilmente⁷, dessa forma, uma nova ação é incorporada ao repertório motor do observador⁷⁻⁹. As evidências mais atuais mostram que isso se dá pela ativação do sistema neurônio-espelho¹⁰. Nos últimos dez anos, vários estudos têm sido realizados com respeito ao uso clínico da observação da ação para reabilitação motora de pacientes com AVC, e os resultados apontam que a aprendizagem motora tarefa-específica pode ser um importante estimulante de mudanças neuroplásticas e pode remediar padrões mal adaptativos da atividade cerebral após o AVC^{8,10,11}.

Na fisioterapia neurológica, os exercícios empregados são, em geral, descritos de forma verbal pelo fisioterapeuta para que o paciente

os realize, fazendo com que o sujeito assuma na reabilitação um papel mais passivo. No entanto, mais recentemente, novas propostas quanto ao tipo de prática e a frequência a ser empregada têm sido abordadas.

De acordo com Wulf¹², a eficácia da aprendizagem motora pode melhorar, de modo considerável, se ao aprendiz é dado, pelo menos, o controle das condições de prática. Indivíduos submetidos a condições de prática autocontrolada parecem processar informação de maneira diferente do que aqueles que não têm controle algum sobre a prática, mesmo tais vantagens não sendo especificamente observáveis no momento desta ação. Esse benefício pode ocorrer em virtude de um processo de avaliação contínua que o paciente faz para decisão da execução dos movimentos levando a um melhor desempenho e acurácia durante testes de retenção imediata e tardia¹³⁻¹⁷.

Um estudo de revisão sugere que a prática autocontrolada pode estimular sentimentos de autonomia e competência do aprendiz, dando suporte às necessidades psicológicas, levando, a longo prazo, a mudanças no comportamento. Esses efeitos são embasados na chamada teoria de autodeterminação que está relacionada com o ambiente psicológico e as necessidades psicológicas e cognitivas¹⁸. Nesse sentido, as características do ambiente onde a prática é realizada podem influenciar o desempenho e a aprendizagem, assim como a qualidade da motivação experimental¹⁹.

Entretanto, ainda existem muitos questionamentos a respeito dessa temática, principalmente, porque a maioria dos estudos foi realizada com indivíduos saudáveis. Por isso, é de fundamental importância que pesquisadores avaliem o efeito da participação do paciente na prática terapêutica como um componente ativo do seu programa de tratamento, na medida em que ele possa controlar algumas variáveis da reabilitação, como a frequência com que os estímulos são apresentados. Assim, neste estudo, objetivou-se comparar o desempenho de pacientes com seqüela de AVC em testes de ob-

servação de sequências da ação de beber água com frequências autocontrolada (pelo paciente) e pré-determinada (pelo terapeuta). A hipótese levantada no trabalho foi a de que pacientes com AVC que utilizam a frequência autocontrolada podem se beneficiar dessa técnica com poucas repetições.

Material e métodos

Amostra

Participaram do estudo 20 pacientes que sofreram AVC do Serviço de Fisioterapia do Hospital Universitário Onofre Lopes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e 20 indivíduos saudáveis, funcionários da mesma instituição de ensino. Os critérios de inclusão adotados foram: sujeitos de ambos os sexos; na faixa etária de 45 a 70 anos; escolarizados; na fase crônica do AVC; com lesão cerebral unilateral e não recorrente; com visão normal ou corrigida para normal; sem transtornos cognitivos graves (verificado por meio do Mini Exame do Estado Mental (MEEM), sendo utilizado o ponto de corte 23/24 (caso/não caso); sem apresentar história pregressa ou atual de transtornos psiquiátricos e psicóticos, afasia, demência ou patologias que acarretassem sequelas funcionais. Os critérios de exclusão foram: pacientes com graus de espasticidade 3 ou 4 no membro superior parético, de acordo com a Escala Modificada de Ashworth; participantes que tivessem fadiga durante a realização dos testes e que não conseguissem completá-lo.

Procedimentos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o parecer número 193/06, seguindo os padrões éticos do Conselho Nacional de Saúde. Todos os indivíduos foram informados quanto à pesquisa, seus objetivos e procedimentos e de forma voluntária assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os 20 pacientes pós-AVC e os 20 saudáveis foram divididos em quatro grupos, cada um dos

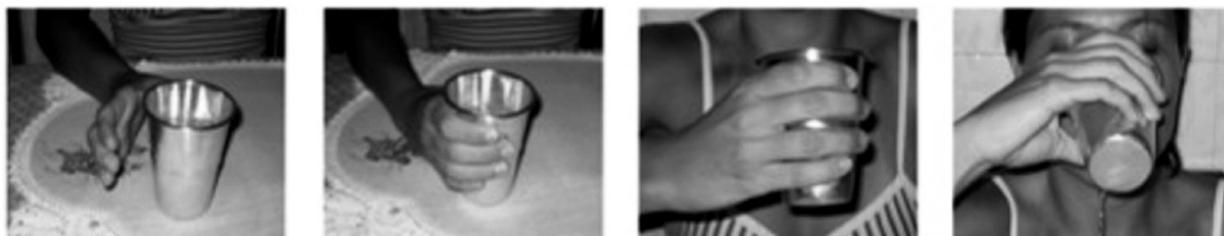
quatro formados por dez participantes, distribuídos de forma aleatória, por meio de sorteio simples, sendo locado um indivíduo de cada vez. Os grupos foram denominados: P-Auto, composto por pacientes que realizaram o teste de observação da ação de beber água em uma frequência autocontrolada pelos próprios participantes; P-20, constituído por pacientes que realizaram o teste em uma frequência pré-determinada pelo fisioterapeuta (20 vezes); C-Auto, formado por indivíduos saudáveis que realizaram o teste da mesma forma que os do P-Auto; e o C-20, composto pelos sujeitos saudáveis que efetuaram o teste do mesmo modo que os integrantes do P-20.

Uma ficha de registro foi utilizada para coletar os dados de identificação dos participantes e também para registrar as informações quanto ao tempo de sequela, lado da lesão e tipo de AVC destes. Para determinar o grau de comprometimento neurológico dos pacientes, foi utilizada a National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS), avaliando o nível de consciência, movimentos oculares, campo visual, movimentos faciais, função motora e ataxia de membros superiores e inferiores, assim como sensibilidade, linguagem e presença de disartria e de negligência espacial²⁰.

Cada participante da amostra realizou um teste de observação das sequências da ação de beber água, apresentadas em forma de vídeo. Os vídeos foram mostrados na tela de um televisor de 29 polegadas posicionado em frente do participante, o qual estava sentado em uma cadeira. Quatro sequências da atividade de beber água apareceram ao mesmo tempo na tela, com um tempo médio de exposição de cinco segundos. Dentre as sequências apresentadas, uma delas era tida como resposta correta pelo examinador; e três, como erradas. Na sequência correta, o padrão do movimento executado pela pessoa que fazia a demonstração era considerado adequado, e o objetivo da atividade funcional era alcançado satisfatoriamente. As outras três sequências erradas ou apresentavam movimentos incorretos ou não alcançavam o objetivo da atividade funcional, derramando a água do copo (Figura 1).



Sequência 1



Sequência 2



Sequência 3



Sequência 4

Figura 1: Demonstração das quatro sequências da ação de beber água apresentadas em vídeo.

A sequência 1 era considerada a resposta certa porque o movimento de pegar o copo e levar até a boca estava correto e o objetivo de beber água era alcançado. Na sequência 2, o movimento estava correto, mas o objetivo não era alcançado porque a água foi derramada. Na sequência 3, o movimento não estava correto, mas o objetivo foi alcançado. Na sequência 4, o movimento não estava correto, e o objetivo não foi atingido.

Ao final de cada tentativa, o participante recebia informações sobre a resposta apresentada, indicando se na sequência escolhida o movimento que a pessoa fazia estava correto ou incorreto e se o objetivo da atividade funcional

tinha sido alcançado ou não. Entre uma tentativa e outra, aparecia uma tela branca. Ressalta-se que a cada nova tentativa as sequências foram dispostas em posição diferente na tela, para não adaptar o participante.

Nos grupos com frequência autocontrolada, o teste foi suspenso quando os sujeitos analisados verificaram que não apresentavam mudanças nas respostas certas. Os grupos com frequência pré-determinada fizeram 20 tentativas, independentemente da decisão dos participantes. O examinador registrou as respostas certas ou erradas dos participantes e o número de tentativas que cada um realizou.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do programa Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 15.0, atribuindo o nível de significância de 5% para todos os testes estatísticos. Inicialmente, foi feita uma análise descritiva das variáveis do estudo e verificada diferença entre os grupos na frequência de indivíduos do sexo masculino e feminino, de acordo com o hemisfério cerebral afetado, tipo de AVC. Após verificar-se distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov), foi utilizado o teste “t” de Student não pareado para identificar diferenças entre os grupos de pacientes quanto ao tempo de lesão e grau neurológico. A análise de variância (ANOVA) com teste de Tukey (análise

post hoc) foi utilizada para comparar os grupos quanto à idade e à escolaridade. Por meio do teste Qui-quadrado, foi comparado o desempenho (frequência absoluta de acertos e erros) na observação da ação entre as tentativas para cada grupo avaliado.

Resultados

Pela análise das variáveis demográficas, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos quanto à idade e à escolaridade, mas houve quanto à frequência de indivíduos do sexo masculino e feminino. Os grupos de pacientes tinham mais homens, e os controles, mais mulheres (Tabela 1).

Analisando as variáveis clínicas, na comparação intergrupos não houve diferença significativa quanto ao tempo de sequela, grau neurológico, lado da lesão e tipo de AVC (Tabela 1).

A Figura 2 mostra o desempenho dos grupos no teste de observação ao longo das tentativas. O grupo P-Auto fez o teste até a décima tentativa. O desempenho aumentou gradativamente e se estabilizou a partir da sexta, com diferença estatisticamente significativa entre a

Tabela 1: Características demográficas e clínicas da amostra estudada

Variáveis	P-Auto	P-20	C-Auto	C-20	p valor
Idade (anos)	57,3 ± 9	58,6 ± 5	53,4 ± 6	57,4 ± 6	0,302
Sexo					0,037
Masculino	7(70%)	6(60%)	1(10%)	4(40%)	
Feminino	3(30%)	4(40%)	9(90%)	6(60%)	
Escolaridade (anos)	7,5 ± 3,2	6,0 ± 2,8	7,7 ± 3,7	8,3 ± 3,9	0,512
Tempo de sequela (meses)	26,3 ± 18	20,6 ± 16,5	-	-	0,475
Hemisfério afetado					0,577
Direito	2(20%)	5(50%)	-	-	
Esquerdo	8(80)	5(50)	-	-	
Tipo de AVC					0,759
Isquêmico	9(90)	8(80)	-	-	
Hemorrágico	1(10)	2(20)	-	-	
Grau neurológico	2,6±1,9	1,7±1,9	-	-	0,316

Média ± desvio-padrão para variáveis quantitativas, e frequência absoluta (percentual) para as variáveis categóricas.

primeira e a sexta tentativa ($p= 0,033$) (Figura 2A). O grupo C-Auto fez o teste até a nona tentativa, com um desempenho crescente logo no início das tentativas, estabilizando-se na quinta, não havendo diferença significativa entre a primeira e a quinta tentativa ($p= 0,269$) (Figura 2A).

O grupo P-20 apresentou erros até a última tentativa, na qual nove pacientes acertaram, mas um participante ainda respondeu de forma errada o teste. Nesse grupo, o desempenho se estabilizou na quinta tentativa e não houve diferença significativa entre a primeira e a quinta tentativa ($p= 0,139$) (Figura 2B). O grupo C-20 estabilizou o desempenho a partir da terceira tentativa, e na 16ª tentativa atingiu o valor máximo, sendo verificada diferença significativa entre a primeira e a terceira tentativas ($p= 0,033$) e da primeira a 16ª ($p= 0, 009$) (Figura 2B).

Discussão

Os déficits de movimentos estão frequentemente presentes nos pacientes com AVC, em decorrência dos danos neurológicos desencadeados pela patologia. Dos pacientes que sobrevivem ao AVC, 85% imediatamente desenvolvem hemiparesia, resultando em prejuízo motor do membro superior^{5,6}. O membro superior tem um importante papel em várias AVDs, como beber, comer, se vestir. Essas são atividades que requerem coordenação e envolvimento dos sistemas

musculoesquelético e neural, assim uma disfunção nesses movimentos pode limitar o nível de atividade de uma pessoa e seu lazer^{5,6}, daí a importância de saber como é possível estimular o paciente a reaprender suas AVDs de forma eficiente.

Neste estudo, avaliou-se qual frequência de prática poderia ser usada na reabilitação dos pacientes com AVC, mediante observação de uma atividade funcional do membro superior.

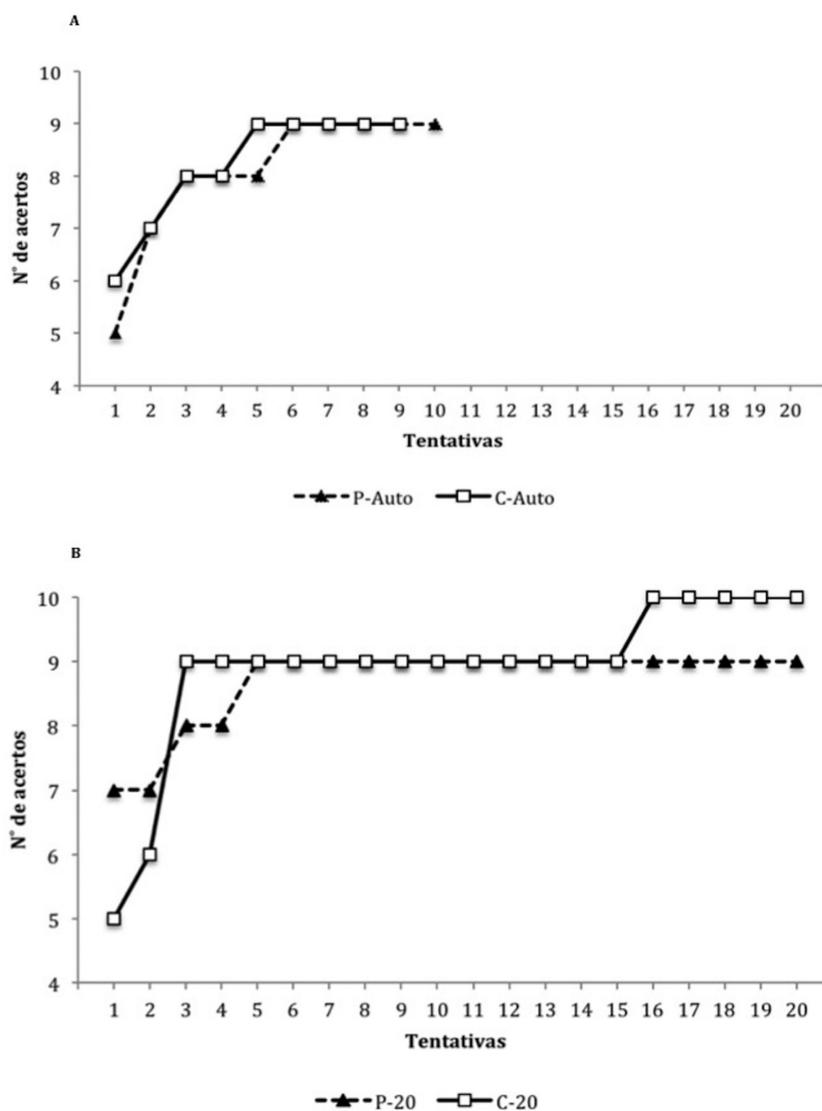


Figura 2: Número de acertos no teste de observação das sequências da ação de beber água. A – desempenho dos grupos P-Auto (pacientes com frequência autocontrolada) e C-Auto (controles com frequência autocontrolada). B – desempenho dos grupos P-20 (pacientes com frequência pré-determinada) e C-20 (controles com frequência pré-determinada)

A análise dos dados mostrou que os pacientes dos dois grupos (P-Auto e P-20) tiveram desempenho semelhante ao dos indivíduos saudáveis (C-Auto e C-20), ao longo das tentativas, com menos acertos no início dos testes, mas com uma estabilização do desempenho antes da décima tentativa, sendo esta a metade do número de tentativas (20) pré-determinado. Esse resultado sugere que dez tentativas são adequadas para um treinamento da observação da ação na amostra estudada.

Ao comparar os grupos de pacientes, observou-se que o grupo P-Auto precisou de menos tentativas para conseguir reconhecer a sequência correta da ação de beber água do que o P-20. É possível que uma prática organizada com uma frequência autocontrolada possa permitir um melhor desempenho dos pacientes durante o tratamento fisioterapêutico. Nesse aspecto, Patterson et al.²¹ verificaram que a diminuição do número de tentativas na prática autocontrolada não compromete a aprendizagem. De acordo com o estudo de Huet et al.²², o *feedback* autocontrolado permite ao aprendiz educar mais rapidamente sua atenção aos estímulos perceptuais e aos parâmetros da ação.

O vídeo apresentou uma tarefa funcional cujo objetivo a ser alcançado pela pessoa que demonstrava era o mostrar como beber água sem derramar o líquido do recipiente. O vídeo foi programado dessa forma para que fosse utilizado um estímulo mais semelhante às atividades da vida diária dos pacientes. É possível que essa tarefa possa ter ajudado no aumento do número de acertos ao longo das tentativas. No estudo de Brydges et al.²³, os participantes fizeram a prática motora, e verificou-se que o grupo de frequência autocontrolada, ao executar uma tarefa com objetivos, teve melhor retenção e transferência da habilidade do que o controle de frequência autocontrolada com uma tarefa sem objetivos. De acordo com Carr e Shepherd²⁴, um ambiente de prática motora precisa ser organizado de forma que as tarefas sejam relevantes ao paciente, com objetivos concretos, tais como: “alcance e agarre o copo sobre mesa”. Dessa for-

ma, sugere-se que a prática observacional possa subsidiar informações relacionadas ao objetivo funcional da tarefa que contribuam com a execução da prática física.

A observação da ação pode ser capaz de fazer o paciente interagir com outra pessoa, por isso tem também uma função social²⁵. A utilização de vídeos pode ser considerada uma boa ferramenta terapêutica para treinar a observação da ação. Pesquisa sugere que a videoterapia pode ter a vantagem de ser facilmente administrada aos pacientes, até em sua própria residência, o que pode ser importante para o desenvolvimento de programas de reabilitação custo-eficiente⁹.

Durante todas as tentativas neste estudo, os participantes foram informados se a sequência escolhida estava sendo realizada com o movimento correto ou não e se o objetivo funcional da ação tinha sido alcançado ou não. Dessa forma, eles receberam *feedback* em 100% das tentativas, o que demonstra a importância desse procedimento no desempenho de um teste deste tipo para pacientes com AVC. Entretanto, muitos estudos têm mostrado as vantagens e desvantagens de 100% de *feedback* e apontaram que uma redução de sua quantidade tem um efeito mais benéfico na aprendizagem, visto que estimula a ativação do *feedback* intrínseco e detecção de erros^{26,27}, o que deve ser considerado na elaboração do tratamento fisioterapêutico desses pacientes.

Apesar dos resultados encontrados, o estudo realizado não foi mais abrangente em razão de algumas limitações, tais como a ausência de registro do tempo de resposta no teste empregado e a realização de uma prática motora após a observação. Entretanto, o trabalho alcançou o objetivo de avaliar o desempenho dos participantes por meio de um teste de observação de sequências de uma atividade funcional.

Conclusão

Observou-se que houve diferença quanto ao desempenho dos componentes dos grupos analisados no teste de observação da ação de

beber água entre as práticas com frequência autocontrolada e com frequência pré-determinada, sugerindo que a técnica de frequência autocontrolada pode ser utilizada em pacientes pós-AVC na fase crônica.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, por meio do processo nº 409797/2006-5, e a todos os participantes do Programa de Diagnóstico e Intervenção no AVC (PRODIAVC).

Referências

- Lotufo PA, Benseñor IM. Stroke mortality in Brazil: one example of delayed epidemiological cardiovascular transition. *Int J Stroke*. 2009;4(1):40-1.
- Goulart AC, Bustos IR, Abe IM, Pereira AC, Fedeli LM, Benseñor IM, et al. A stepwise approach to stroke surveillance in Brazil: the EMMA (Estudo de Mortalidade e Morbidade do Acidente Vascular Cerebral) Study. Design and Concepts. *Int J Stroke*. 2010;5(4):284-9.
- Cabral NL, Gonçalves AR, Longo AL, Moro CH, Costa G, Amaral CH, et al. Incidence of stroke subtypes, prognosis and prevalence of risk factors in Joinville, Brazil: a 2 year community based study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2009;80(7):755-61.
- Leite HR, Nunes APN, Correa CL. Perfil epidemiológico de pacientes acometidos por Acidente Vascular Encefálico cadastrados na Estratégia de Saúde da Família em Diamantina/MG. *Fisioter Pesqui*. 2009;16(1):34-9.
- Cerniauskaite M, Quintas R, Koutsogeorgou E, Meucci P, Sattin D, Leonardi M, et al. Quality-of-life and disability in patients with stroke. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012;91(Suppl 1):S39-47.
- Carod-Artal FJ, Trizotto DS, Coral LF, Moreira CM. Determinants of quality of life in Brazilian stroke survivors. *J Neurol Sci*. 2009;284:63-8.
- Schmidt RA. Motor learning & performance: from principles to practice. Champaign: Human Kinetics; 1991.
- Boyd LA, Vidoni ED, Wessel BD. Motor learning after stroke: is skill acquisition a prerequisite for contralesional neuroplastic change? *Neurosci Lett*. 2010;482(1):21-5.
- Ertelt D, Hemmelmann C, Dettmers C, Ziegler A, Binkofski FC. Observation and execution of upper-limb movements as a tool for rehabilitation of motor deficits in paretic stroke patients: protocol of a randomized clinical trial. *BMC Neurology*. 2012;12:42.
- Sale P, Franceschini M. Action observation and mirror neuron network: a tool for motor stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2012;48(2):313-8.
- Johansson BB. Multisensory stimulation in stroke rehabilitation. *Front Hum Neurosci*. 2012;6:60.
- Wulf G. Self-Controlled practice enhances motor learning: Implications for Physiotherapy. *Physiotherapy*. 2007 Jun;93(2):96-101.
- Andrieux M, Danna J, Thon B. Self-control of task difficulty during training enhances motor learning of a complex coincidence-anticipation task. *Res Q Exerc Sport*. 2012;83:27-35.
- Post PG, Fairbrother JT, Barros JAC. Self-controlled amount of practice benefits learning of a motor skill. *Res Q Exerc Sport*. 2011;82:474-81.
- Patterson JT, Lee TD. Self-regulated frequency of augmented information in skill learning. *Can J Exp Psychol*. 2010;64:33-40.
- Brydges R, Carnahan H, Rose D, Dubrowski A. Comparing self guided learning and educator-guided learning formats for simulation-based clinical training. *J Adv Nurs*. 2010;66:1832-44.
- Garrison KA, Aziz-Zadeh L, Wong SW, Liew SL, Winstein CJ. Modulating the motor system by action observation after stroke. *Stroke*. 2013;44(8):2247-53.
- Sanli EA, Patterson JT, Bray SR, Lee TD. Understanding self-controlled motor learning protocols through the self-determination theory. *Front Psychol*. 2013;3:611.
- Caneda MAG, Fernandes JG, Almeida AG, Mugnol FE. Confiabilidade de escalas de comprometimento neurológico em pacientes com Acidente Vascular Cerebral. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006;64(3-A):690-7.
- Patterson JT, Carter M, Sanli E. Decreasing the proportion of self-control trials during the acquisition period does not compromise the learning advantages in a self-controlled context. *Res Q Exerc Sport*. 2011;82:624-33.

22. Huet M, Camachon C, Fernandez L, Jacobs DM, Montagne G. Self-controlled concurrent feedback and the education of attention towards perceptual invariants. *Hum Mov Sci.* 2009;28:450-67.
23. Brydges R, Carnahan H, Safir O, Dubrowski A. How effective is self-guided learning of clinical technical skills? It's all about process. *Med Educ.* 2009;43:507-15.
24. Carr JH, Sherpherd BR. The changing face of neurological rehabilitation. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10:147-56.
25. Vries S, Mulder TJ. Motor imagery and stroke rehabilitation: a critical discussion. *J Rehabil Med.* 2007;39:5-13.
26. Badets A, Blandin Y, Wright DL, Shea CH. Error detection processes during observational learning. *Res Q Exerc Sport.* 2006;77:177-84.
27. Page M, Wilson BA, Shiel A, Carter G, Norris D. What is the locus of the errorless-learning advantage? *Neuropsychologia.* 2006;44:90-100.

