

# Fisioterapia e neuroplasticidade após acidente vascular encefálico: uma revisão da literatura\*

## *Physiotherapy and neural plasticity after stroke: a review*

Pâmella Carneiro da Cruz<sup>1</sup>  
Levy Aniceto Santana<sup>2</sup>  
Flávia Ladeira Ventura Dumas<sup>3</sup>

### Resumo

O tratamento fisioterapêutico por meio de estimulação sensorial e motora pode colaborar na redução da morbidade pelo Acidente Vascular Encefálico mediante mudanças corticais após a lesão. O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão da literatura sobre a influência da fisioterapia na neuroplasticidade. Para tal, realizou-se uma busca de ensaios clínicos aleatórios de alta qualidade metodológica em 10 bases de dados digitais: BIREME, IBECs, SCIELO, HIGH WIRE, PubMed, MEDLINE, EMBASE, COCHRANE, EBSCO e LILACS. Foram selecionados 15 artigos e a análise evidenciou que as diversas intervenções fisioterapêuticas proporcionaram melhoria na organização cortical acompanhada do aproveitamento funcional.

**Palavras-chave:** Plasticidade neuronal. Modalidades de fisioterapia. Acidente cerebral vascular. Acidente vascular encefálico.

### Abstract

The Physiotherapy's treatment through sensorial and motor stimulation can cooperate in the reduction of the stroke's morbidity by cortical changes after the lesion. Soon, the aim of this study is present a literature review about the influences of physiotherapy in neuronal plasticity. Was made a search of high quality randomized clinical trials in 10 digital databases: BIREME, IBECs, SCIELO, HIGH WIRE, PubMed, MEDLINE, EMBASE, COCHRANE, EBSCO e LILACS. Were selected 15 papers. The analysis showed that several physiotherapy's interventions provided an improvement on the cortical reorganization accompanied of functional progress.

**Keywords:** Neuronal plasticity. Physical therapy. Physical therapy modalities. Stroke.

\* Artigo recebido em 07/2011  
Aprovado em 04/2012

<sup>1</sup> Fisioterapeuta graduada pelo Centro Universitário da Brasília; e-mail: pamella\_carneiro@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutorando em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília. Fisioterapeuta da Secretaria de Saúde do Distrito Federal - SES/DF. Professor titular da Universidade Católica de Brasília; e-mail: levysantana@gmail.com

<sup>3</sup> MSc. Engenharia Biomédica. Fisioterapeuta da SES/DF. Professora titular do Centro Universitário de Brasília; email: fladeira@gmail.com

## 1 Introdução

O Acidente Vascular Encefálico (AVE), segundo a Organização Mundial da Saúde, é causado pela interrupção do suprimento sanguíneo ao cérebro. Isso pode resultar de um bloqueio (AVE isquêmico) ou da ruptura de um vaso (AVE hemorrágico). A falta ou a restrição sanguínea ao cérebro pode levar a uma lesão celular e, conseqüentemente, a alterações nas funções neurológicas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

O AVE é uma importante causa de morbimortalidade (BHATT et al., 2007). É a terceira causa de morte no mundo, responsável por 10% delas. Anualmente atinge 15 milhões de pessoas, e dessas pessoas atingidas, 5 milhões ficam com sequelas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). Nos últimos 40 anos, houve redução de 42% na incidência do AVE em países de alta renda e mais de 100% de aumento em países de média e baixa renda (FEIGIN et al., 2009). No Brasil, os índices de mortalidade são altos, porém decrescentes; em 2007, atingiram 31,4% do total de óbitos (CABRAL et al., 2009; MINELLI; FEN; MINELLI, 2007; SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2010).

Como alternativas de tratamentos são usados medicamentos, implantes corporais (stents, e marca-passos, entre outros), cirurgias e fisioterapia (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). Apesar de, em algum grau, a maioria dos afetados se recuperarem, muitos sobreviventes permanecem com importante déficit cognitivo e sensório-motor. Dessa forma, as pessoas portadoras das sequelas do AVE acabam necessitando de assistência prolongada (DROMERICK; EDWARDS; HAHN, 2000).

A Fisioterapia, com suas diversas modalidades, pode ser usada após o AVE para promover uma reorganização cerebral (BHATT et al., 2007). Após uma lesão no Sistema Nervoso Central (SNC), como o AVE, ocorre uma reorganização cortical promovida pelo próprio organismo, que necessita de tratamento (YEN et al., 2008).

A excitabilidade do hemisfério afetado fica reduzida devido à lesão em si e ao desuso, bem como há evidência de desequilíbrio na interação entre os hemisférios

(LINDENBERG et al., 2010; MALCOM et al., 2007; STINEAR et al., 2008; YEN et al., 2008). Assim, a melhora na performance motora pode colaborar para mudanças apropriadas na organização cerebral. Tal melhora está relacionada com mudanças nas medidas neurofisiológicas (YEN et al., 2008).

Conexões neuronais são continuamente feitas e desfeitas, de acordo com os inputs aferentes assimilados pelo SNC (MCDONNELL; RIDDING, 2006). Por isso, mudanças plásticas na função e organização cerebral podem ocorrer devido a alterações no comportamento que produzam significativo input aferente ao SNC. A neuroplasticidade faz parte de um processo dinâmico, no qual esse input aferente, quando adequadamente direcionado, proporciona vantagens terapêuticas (GAUTIER et al., 2008).

Por conseguinte, a Fisioterapia, com o uso de estratégias baseadas no movimento e em estímulos sensoriais, pode ser benéfica para promover a plasticidade neuronal (BHATT et al., 2007; STINEAR et al., 2008). Assim, este estudo foi conduzido baseado na premissa de que a síntese de evidências relativas às diferentes abordagens fisioterapêuticas pós-AVE, a partir de Ensaios Clínicos Aleatórios (ECAs), pode conduzir a decisões clínicas mais seguras e efetivas (STEWART; CAURAUGH; SUMMERS, 2006). Logo, o objetivo deste estudo é apresentar uma revisão da literatura sobre a influência da Fisioterapia na plasticidade neuronal após o AVE.

## 2 Materiais e métodos

A revisão da literatura foi realizada na primeira e na quinta semana de maio de 2011. Na primeira semana, realizou-se a primeira busca e na quinta semana, repetiu-se o mesmo processo com o objetivo de evitar erros nessa apreciação inicial. Esse procedimento foi adotado em vista da análise ter sido realizada só por um investigador. As bases de dados eletrônicas consultadas foram: BIREME, IBECOS, SCIELO, HIGH WIRE, PubMed, MEDLINE, EMBASE, COCHRANE, EBSCO e LILACS, dentre as quais, as seis últimas são consideradas pelos centros internacionais de prática baseada em evidência.

Os descritores usados foram de acordo com os Descritores em Ciências da Saúde da BIREME. Os descritores em língua portuguesa foram: “Plasticidade Neuronal”, “Fisioterapia”, “Acidente Cerebral Vascular” e “Acidente Vascular Encefálico”. Cruzaram-se os descritores nessa mesma ordem, sendo que os dois últimos foram cruzados individualmente com os dois primeiros. Os descritores em língua inglesa foram: “Neuronal Plasticity”, “Physical Therapy” e “Stroke”. E também foram cruzados nessa ordem. A primeira análise dos artigos deu-se por meio da leitura do título e do resumo.

Para a avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi usada a escala desenvolvida pelo banco de dados Physiotherapy Evidence Database (PEDro), que considera dois aspectos de qualidade de um estudo: validade interna e suficiência das informações estatísticas para interpretação. Por se tratar de Fisioterapia Neurológica, os

ECAs foram classificados como de alta qualidade quando cinco ou mais critérios fossem positivos de acordo com a escala PEDro (MOSELEY et al., 2002). Esta análise foi realizada duas vezes em ocasiões diferentes por um avaliador treinado. No Quadro 1 estão listados os critérios de inclusão e exclusão dos estudos (PED, 2011).

## 2.1 Estratégia de busca

Foram encontrados 17 ECAs em língua inglesa. Destes, 13 se repetiam em diferentes bases de dados. Após a leitura e a análise da qualidade metodológica dos estudos, 15 atenderam aos critérios de inclusão. A exclusão ocorreu apenas em dois artigos por analisarem a influência da fisioterapia na neuroplasticidade em indivíduos sem AVE. Os Quadros 2 e 3 mostram os estágios seguidos durante a revisão e sumarizam os resultados da primeira e da segunda busca, sendo que as diferenças encontradas entre as buscas foram mínimas.

**Quadro 1.** Critérios de inclusão e exclusão utilizados no presente estudo.

<b>Critério</b>	<b>Inclusão</b>	<b>Exclusão</b>
Ano	Janeiro 2000 – Abril 2011	
Idioma	Inglês e Português	
População	Adultos e Idosos após-AVE	Crianças, Adolescentes e Animais
Intervenção	Fisioterapia Motora associada ou não a Estimulação Sensorial	Hidroterapia, Fisioterapia Uroginecológica e Intensiva, Terapia farmacológica e Intervenções Cirúrgicas
Desfecho de Interesse	Reorganização Cortical	
Tipo de Estudo	ECA	
Qualidade Metodológica	Alta de acordo com a Escala PEDro (escore mínimo 5)	

Os descritores em português, tanto para Acidente Cerebral Vascular como para Acidente Vascular Encefálico, apresentaram os mesmos resultados em todas as bases. Todavia, na segunda busca (base de dados BIREME), selecionou-se 1 artigo adicional, no entanto, ele se repetia na mesma base de dados e já havia sido incluso.

Na busca pelos descritores da língua inglesa, na segunda pesquisa no banco de dados BIREME, encontrou-se um total de 102 artigos, sendo que, na primeira

pesquisa havia 101. Contudo, esse achado não mudou o resultado da seleção dos artigos.

Dessa forma, para interpretar os resultados, algumas características de interesse relativas ao desfecho foram categorizadas: desempenho motor e nas atividades de vida diárias (AVDs), desempenho sensorial, mudanças na representação cortical e influência das técnicas associadas.

**Quadro 2.** Estágios seguidos durante a revisão para descritores em inglês.

Base de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Selecionados	Bases de Dados Englobadas
BIREME	102	19	-
LILACS	2	0	-
IBECS	0	0	-
MEDLINE	0	0	-
COCHRANE	17	14	-
SCIELO	0	0	-
EBSCO	1	1	Academic Search Complete*, Education Research Complete*, Fonte Acadêmica*, Newspaper Source*, SPORTDiscus with full text*
HIGH WIRE	3	0	-
PubMed	11	11	-
EMBASE	0	0	-
Total de Artigos Encontrados: 136 Total de Artigos Selecionados: 45			

\*Filtros usados respectivamente: Periodical, Periodical, Article e Academic Journal.

**Quadro 3.** Estágios seguidos durante a revisão para descritores em português.

Base de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Selecionados	Bases de Dados Englobadas
BIREME	16	4	-
LILACS	1	0	-
IBECS	2	0	-
MEDLINE	12	3	-
COCHRANE	0	0	-
SCIELO	0	0	-
EBSCO	20	0	Academic Search Complete*, Education Research Complete*, Fonte Acadêmica*, Newspaper Source*, SPORTDiscus with full text*
HIGH WIRE	0	0	-
Base de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Selecionados	Bases de Dados Englobadas
PubMed	0	0	-
EMBASE	0	0	-
Total de Artigos Encontrados: 51 Total de Artigos Selecionados: 7			

\*Filtros usados respectivamente: Periodical, Periodical, Article e Academic Journal,

## 2.2 Avaliação da qualidade dos estudos

A avaliação da qualidade metodológica dos ECAs está na Tabela 1. Todos os estudos selecionados foram de alta qualidade, sendo a média aritmética dos escores de

todos, 6,7 (mínimo de 5 e máximo de 9). As mudanças ocorridas da primeira para a segunda análise não foram consideradas importantes, visto que a média obtida na primeira avaliação foi de 6,6.

**Tabela 1.** Qualidade metodológica dos estudos incluídos, segundo a escala PEDro.

Estudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
BHATT et al., 2007	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7/10
BOYD; VIDONI; WESSEL, 2010	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10
BYL et al., 2003	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	6/10
CAREY et al., 2002	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7/10
CAREY et al., 2007	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10
DEUCHAUMONT-PALACIN et al., 2007	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10
DROMERICK; EDWARDS; HAHN, 2000	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7/10
GAUTIER et al., 2008	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	7/10
LINDENBERG et al., 2010	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	9/10
MALCOM et al., 2007	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	8/10
NELLES et al., 2001	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10
RING et al., 2004	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	6/10
STINEAR et al., 2008	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	8/10
YEN et al., 2007	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7/10
WU et al., 2010	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	5/10

\*1 (não contabilizado) - Critérios de elegibilidade; 2 - Distribuição aleatória; 3 - Distribuição cega dos sujeitos; 4 - Grupos semelhantes quanto ao prognóstico; 5 - Sujeitos cegos; 6 - Fisioterapeutas cegos; 7 - Avaliadores cegos; 8 - Medição de pelo menos 1 resultado chave em mais de 85% dos sujeitos; 9 - Todos os sujeitos que receberam a intervenção, receberam tratamento, condição de controle ou intenção de tratamento; 10 - Resultados estatísticos intergrupos; 11 - Medidas de precisão e de variabilidade.

### 3 Resultados

#### 3.1 Características dos estudos incluídos

A Tabela 2 apresenta as principais características dos estudos e o resultado das pesquisas sobre a neuroplasticidade. Pode-se observar que os estudos não foram homogêneos nos desenhos metodológicos. No entanto, houve tendências de abordagem. A função do membro superior foi avaliada em 14 estudos. Dentre esses, um incluiu em sua análise a marcha (BYL et al., 2003). Apenas 1(um) estudo investigou os efeitos do treino de marcha na performance motora e na excitabilidade corticomotora, analisando a função de membros inferiores (YEN et al., 2008).

A maior parte dos estudos enfatizou o treino de atividades funcionais para membros superiores, 9 ao todo, e a Terapia por Restrição e Indução do Movimento (TRIM). A estimulação elétrica foi usada em apenas 3 estudos com diferentes modalidades: o *Tracking Training*<sup>4</sup> foi abordado em 3, o uso de Imagens Motoras Mentais também em 3 e o Bobath em 2 pesquisas.

<sup>4</sup> Tradução: treino de rastreamento (tradução literal). É uma técnica usada em somente uma articulação para o treino motor com ajuda de um software.

Os métodos aplicados nos estudos diferiram substancialmente. Houve diferentes formas de aleatorização e intervenção com a mesma terapia. As amostras também variaram (entre 6 e 36 pacientes) a depender do propósito do estudo, sendo esta calculada ou não, e tida ou não como fator de limitação para a extrapolação dos resultados. O tempo de intervenção variou entre 2 semanas a 9 meses.

Nos estudos que usaram terapias combinadas, a evidência de reorganização cortical ocorreu no grupo intervenção (BHATT et al., 2007; DECHAUMONT-PALACIN et al., 2008; GAUTIER et al., 2008; LINDENBERG et al., 2010; MALCOM et al., 2007; NELLES et al., 2001; RING; ROSENTHAL, 2004; YEN et al., 2008). Já naqueles estudos que compararam as terapias isoladas, houve igual resultado: os grupos intervenção obtiveram o desfecho favorável para a plasticidade neural (BOYD; VIDONI; WESSEL, 2010; CAREY et al., 2002; STINEAR et al., 2008; DROMERICK et al., 2000). E em um estudo de comparação entre dois diferentes tipos de terapia, as mudanças corticais ocorreram de acordo com as características de cada intervenção (WU et al., 2010).

Somente 5 estudos realizaram o seguimento após o período de intervenção. Neles, os ganhos mantidos foram em relação ao desempenho motor e à organização cortical (BYL et al., 2003; CAREY et al., 2007; DECHAUMONT-PALACIN et al., 2008; LINDENBERG et al., 2010; MALCOM et al., 2007). Dessa forma, os estudos se caracterizaram como heterogêneos quanto ao caráter metodológico, mas comparáveis quanto à natureza das intervenções e os resultados (RICHARDS et al., 2007).

Os resultados descritivos dos estudos refletiram a heterogeneidade. Mas o desfecho geral de todos aponta para uma melhor resposta motora associada à reorganização cortical como para Richards (2007). Um aspecto importante é que poucos estudos relataram como os pacientes lidaram com a terapia, visto que esse aspecto mostra a aderência ao tratamento. Somente 3 estudos abordaram a motivação dos pacientes. Byl (2003) apontou os aspectos negativos da TRIM; Carey (2007) e Bhatt (2007) mantiveram os sujeitos sempre informados sobre sua acurácia durante o TR.

### 3.2 Resultados dos desfechos de neuroplasticidade

A Tabela 3 mostra o resultado e o efeito da intervenção para os desfechos de neuroplasticidade. Em todos os estudos, a melhora na função motora e na funcionalidade acompanhou a mudança na organização cortical. Logo, foram usadas ferramentas de avaliação que, além de demonstrarem o próprio fenômeno da alteração neuroplástica, mostraram sua manifestação: a mudança motora.

### 3.3 Qualidade metodológica dos estudos

Os ECAs apresentam menor risco de viés na seleção dos participantes e assim fornecem evidências mais sólidas para o planejamento de futuras intervenções. A qualidade de uma revisão depende da qualidade dos estudos incluídos (MOSELEY et al, 2002).

Após análise, observaram-se algumas limitações metodológicas nos estudos.

As falhas mais importantes foram o pouco seguimento, a pouca distribuição cega dos sujeitos, o pouco cegamento de sujeitos e terapeutas e descrições incompletas dos processos de randomização (ver Tabela 1). Ain-

da, os métodos usados foram muito heterogêneos como encontrado por Buma (2010) e Richards (2008). E essa heterogeneidade metodológica dos estudos, impede consensos (BUMA et al., 2010). Ainda, em alguns estudos, a intervenção não foi descrita em detalhes dificultando a compreensão do que foi realizado, bem como sua reprodutibilidade (DECHAUMONT-PALACIN et al., 2008; DROMERICK; EDWARDS; HAHN, 2000; GAUTIER et al., 2008; LINDENBERG et al., 2010; MALCOM et al., 2007; NELLES et al., 2001; RING; ROSENTHAL, 2004; STINEAR et al., 2008; YEN et al. 2008; WU et al., 2010).

No entanto, os estudos apresentaram boa medição dos resultados-chave, boa condição de controle e todos apresentaram os resultados estatísticos intergrupos e medidas de precisão e variabilidade. Em relação à escala PEDro, ela ainda possui algumas limitações, pois não avalia a validade externa dos estudos e também não apresenta avaliação da magnitude da intervenção (PED, 2011).

De acordo com alguns dos protocolos, a duração não chegou a um mês. Em 9 dessas pesquisas, os autores consideraram significativa alteração na estrutura cortical (BHATT et al., 2007; BOYD et al., 2010; GAUTIER et al., 2008; LINDENBERG et al., 2010; MALCOM et al., 2007; NELLES et al., 2001; STINEAR et al., 2008; YEN et al., 2008; WU et al., 2010). Apesar de em uma única pesquisa haver evidência de alteração cortical, esta não foi considerada estatisticamente significativa em função do tempo de intervenção, sendo ela uma limitação do estudo (CAREY et al., 2007). Entretanto, tal análise deve ser feita com reserva, visto que as técnicas usadas nos referidos estudos, em sua base, diferem umas das outras.

Os ECAs atuais sobre Fisioterapia Neurológica e neuroplasticidade após o AVE mostram variáveis de análise adequadas ao que se propõe, no entanto, apesar da relevância científica e clínica, apresentam pequenas amostras e algumas limitações metodológicas, mostrando a necessidade de mais estudos. Esse aspecto revela a atualidade do tema, assim como a pouca quantidade de ECAs.

Esta revisão apresenta uma limitação na análise do item 11 da escala PEDro, visto que envolve conceitos complexos (ver Tabela 1) que, especialmente, necessitam de discussão entre mais de 1(um) avaliador. Todavia, mesmo no caso de mudança nesse score, nenhum dos estudos seria excluído, ou seja, não haveria alteração na discussão dos artigos.

Tabela 2. Características e principais resultados com relação à neuroplasticidade nos estudos incluídos.

Estudo	Amostra *	Tipo de Intervenção	Duração e Frequência da Intervenção	Duração do Protocolo	Resultados entre Grupos sobre Neuroplasticidade	Seguimento
BHATT et al., 2007	20 pts em QC	G1: Estimulação elétrica G2: TR no índice + CR G3: Combinação + CR	10 sessões durante 1 hora	2 a 3 semanas	Positivo para G3	ND
BOYD; VIDONI; WESSEL, 2010	18 pts com 1º AVE em QC de ACM	G1: Treino de tarefas específicas G2: Aumento do uso geral do MS	3 sessões durante 3 dias	2 semanas	Positivo para G1	ND
BYL et al., 2003	21 pts em QC	G1: 1º treino sensorial + 2º treino da motricidade fina G2: 1º treino da motricidade fina + 2º treino sensorial	Semanais durante 1 hora e meia com supervisão TRIM: 7 horas domésticas	8 semanas	Positivo para G1 e G2. Após as 8 semanas G2 mostrou maior ganho da motricidade fina	Ganhos mantidos por 3 meses
CAREY et al., 2002	10 pts idosos saudáveis: G3 e G4	G1: TR no índice G2: Mesma intervenção após G1 (com <i>crossover</i> ) G3: Mesma intervenção de G1 (sem <i>crossover</i> ) G4: Mesma intervenção de G2 (sem <i>crossover</i> )	18 a 20 sessões durante 45 minutos a 1 hora	7 semanas	Positivo para G1 e G2. Diferença entre G1 e G2 na representação cortical e função motora antes da intervenção em G2. G3 e G4 mostraram padrão cortical diferente de G1 e G2.	ND
CAREY et al., 2007	20 pts em QC	G1: TR de punho e índice doméstico via telerreabilitação + CR + CP + TT G2: Treino de punho e índice doméstico via telerreabilitação (com <i>crossover</i> ) + TT	10 dias durante 2 a 8 horas	4 semanas	G1 teve melhores escores nos testes funcionais. O tempo foi insuficiente para mostrar vantagem na reorganização cortical	Somente em G1 após 3 meses do pós-teste. Positivo para G1 nos escores dos testes comportamentais.

Continua

Estudo	Amostra *	Tipo de Intervenção	Duração e Frequência da Intervenção	Duração do Protocolo	Resultados entre Grupos sobre		Seguimento	Continuação
					Neuroplasticidade			
DEUCHAUMONT-PALLACIN et al., 2007	13 pcts com 1º AVEi em QA envolvendo trato piramidal	G1: Bobath + treino proprioceptivo de extensão passiva de punho G2: Bobath	Semanais durante 5 dias por 4 semanas	8 semanas	Positivo para G1		Positivo para G1 após 4 semanas da intervenção	
DROMERICK; EDWARDS; HAHN 2000	20 pcts com AVEi em QA	G1: TRIM G2: TO	5 sessões por 2 semanas durante 2 horas	14 dias	Positivo para G1		ND	
GAUTIER et al., 2008	36 pcts em QC	G1: TRIM + treino funcional G2: TRIM	10 dias de semana durante 3 horas e 90% da vigília com TRIM	2 semanas	Positivo para G1		ND	
LINDENBERG et al., 2010	20 pcts com 1º AVEi em QC de ACM	G1: ETCD + F/TO G2: ETCD placebo + F/TO	5 sessões durante 1 hora e meia	2 semanas	Positivo para G1		Os efeitos da ETCD duraram pelo menos 7 dias	
MALCOM et al., 2007	19 pcts com QC	G1: EMTr + TRIM G2: EMTr placebo + TRIM	TRIM: 10 dias com 5 horas domésticas	2 semanas	G1 tendeu a melhor performance, mas sem significância. Houve evidência do benefício do TRIM		Houve benefício do TRIM e não houve suporte para o uso adjuvante de EMTr	
NELLES et al., 2000	10 pcts com 1º AVEi em QA 5 pcts saudáveis	G1: Tarefas orientadas (exercícios passivos + exercícios funcionais ativos) G2: PRI G3 (pcts saudáveis): sem intervenção, somente avaliação	Tarefas orientadas: 4 sessões diárias por 3 semanas durante 45 minutos. PRI: 1 sessão diária durante 45 minutos	3 semanas	Positivo para G1.		5 pcts saudáveis não mostraram alterações	ND
RING; ROSENTHAL, 2005	22 pcts em QC	G1: Uso da neuroprótese (com corrente russa) + exercícios funcionais + Bobath G2: Exercícios funcionais + Bobath	3 sessões semanais durante 3 horas. Uso da neuroprótese em ambiente doméstico	6 semanas	Positivo para G1		ND	

Conclusão

Estudo	Amostra *	Tipo de Intervenção	Duração e Frequência da Intervenção	Duração do Protocolo	Resultados entre Grupos sobre Neuroplasticidade	Seguimento
STINEAR et al., 2008	32 pcts com 1º AVE em QC	G1: Terapia ativo-passiva bilateral + autoprática motora com MS afetado G2: autoprática motora com MS afetado ( <i>crossover</i> )	ND	1 mês	Positivo para G1	ND
YEN et al., 2007	14 pcts em QC	G1: F + SPTE G2: F	F: 2 a 5 sessões semanais durante 50 minutos SPTE: 3 sessões semanais durante 30 minutos	1 mês	Positivo para G1	ND
WU et al., 2010	6 pcts em QC	G1: Treino de braço bilateral G2: TRIM	5 sessões por 3 semanas durante 2 horas	3 semanas	As mudanças neuroplásticas foram específicas ao tipo de intervenção	ND

\*Todos os sujeitos foram portadores de sequelas de AVE.

Pcts: Pacientes; QC: Quadro Crônico; G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; G3: Grupo 3; G4: Grupo 4; TR: Treino de Rastreamento; CR: Conhecimento dos Resultados (tradução literal); ND: Não Descrito; ACM: Artéria Cerebral Média; MS: Membro Superior; TRIM: Terapia por Restrição e Indução do Movimento; CP: Conhecimento da Performance (tradução literal); TT: Teleconferência com Terapeuta; AVEi: Acidente Vascular Encefálico Isquêmico; QA: Quadro Agudo; TO: Terapia Ocupacional; ETCD: Estimulação Transcraniana por Corrente Direta Bihemisférica; F: Fisioterapia; EMTr: Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva; PRI: Programa de Reabilitação Inespecífico; SPTE: Suporte Parcial de Peso com Treinamento em Esteira.

**Tabela 3.** Resultado e efeito da intervenção para os desfechos de neuroplasticidade.

<b>Estudo</b>	<b>Variável de análise da neuroplasticidade</b>	<b>Região de análise</b>	<b>Ferramenta de avaliação</b>	<b>Resultado e efeito*</b>	<b>Continua</b>
BHATT et al., 2007	TR	M1, S1, PMC, SMA, SMC	RNMf, TCB, TJT, TRD	IL: sem diferenças intra e entre grupos DDS: sem diferenças intra e entre grupos. Rel.FxN: +	
BOYD; VIDONI; WESSEL, 2010	Treino motor no MS comprometido	M1	RNMf	IL: treino de tarefas repetitivas mostrou volume reduzido de atividade cortical contralateral. Rel.FxN: +	
BYL et al., 2003	Treino sensorial e da motricidade fina	ND	Testes de discriminação sensorial, tempo de reação digital, PPB, performance motora em MMSS e MMII, TFML, AFC e velocidade de marcha	Rel.FxN: +	
CAREY et al., 2002	TR	M1, S1, PMC, SMA, SMC	RNMf, TCB e TRD	IL: pcts com AVE a ativação cortical foi no lado ipsilateral ao MS comprometido. Pcts saudáveis a ativação cortical foi contralateral ao MS dominante. Rel.FxN: +	
CAREY et al., 2007	TR	M1, SMA, PMC, S1	RNMf, TCB, TJT, TAMD, TRD	IL: durante teste TR interação em M1 e S1 no grupo intervenção. M1 e S1 reduziram no grupo controle. II: no hemisfério ipsilesional M1 mostrou efeitos do teste e de interação. Somente em S1 e PMC encontraram-se os efeitos do teste. Rel.FxN: +	
DEUCHAUMONT-PALLACIN et al., 2007	Extensão passiva do punho comprometido	SMC, SMA, córtex parietal	RNMf, EANIH, IB, EA, IM	Após a reabilitação: aumento da ativação ipsilesional em SMC e contralateral no córtex parietal inferior. No grupo controle houve uma redução da ativação contralateral. Mudanças crônicas: hiperatividade no córtex pré-frontal, e SMA. Rede contralateral: córtex parietal inferior, somatossensorial secundário e pré-motor ventral. Rel.FxN: +	
DROMERICK; EDWARDS; HAHN, 2000	Função e performance motora	-	PAB, IB, FIM	Rel.FxN: +	
GAUTIER et al., 2008	ND	S1, M1, PMC, SMA e hipocampo	RNM, RAM e TFML	Aumento da substância cinzenta em S1, M1 e hipocampo. Rel.FxN: +	
LINDENBERG et al., 2010	Extensão e flexão ativos do punho comprometido	M1, PMC, giro frontal inferior	RNMf, EFM, TFML	2 grupos: mudança em M1 e PMC ipsilesional (cotovelo). M1 e PMC ipsilesional e giro frontal inferior contralateral (punho). Rel.FxN: +	

Conclusão

Estudo	Variável de análise da neuroplasticidade	Região de análise	Ferramenta de avaliação	Resultado e efeito*
MALCOM et al., 2007	Aprendizado motor	ND	TFML, RAM, TCB	Rel.FxN: +
NELLES et al., 2001	Movimentação passiva do cotovelo comprometido	M1, SI, SMA, SMC, PMC, giro do cíngulo, córtex parietal inferior, lobo parietal superior e giro frontal superior	PET, EANIH, TFML	Grupo intervenção: ativação bilateral no córtex parietal inferior, área pré-motora, e SMC contralateral. Rel.FxN: +
Estudo	Variável de análise da neuroplasticidade	Região de análise	Ferramenta de avaliação	Resultado e efeito*
RING; ROSENTHAL, 2005	Espasticidade, ADM ativa, dor e performance motora	ND	TCB, TJT, EAM	Rel.FxN: +
STINEAR et al., 2008	Pré e pós-intervenção nos 2 grupos	M1	EMT, EFM, EANIH	Grupo intervenção: aumento excitabilidade ipsilesional de M1, a inibição transcalosa de M1 ipsilesional para o contralateral, e a inibição intracortical no M1 contralateral. Rel.FxN: +
YEN et al., 2007	Sentados com MMII relaxados	Em toda superfície craniana	EMT, EEB	Grupo intervenção: o limiar motor do TA diminuiu no hemisfério saudável. O tamanho do mapa do TA aumentou nos 2 hemisférios, o mapa de AH aumentou somente no Hemisfério afetado. Rel.FxN: +
WU et al., 2010	Antes do exame realizava-se flexo-extensão dos dedos em uma mão ou outra, e dos 2 cotovelos	SMC, PMC, SMA e cerebelo	RNMf, EFM, PAB, RAM	2 grupos: atividade no MS comprometido mostrou aumento na ativação bilateral dos hemisférios. Rel.FxN: +

\* Considerados estatisticamente significantes de acordo com os estudos.

MI: Área Motora Primária; SI: Área Sensitiva Primária; PMC: Córtex Pré-Motor; SMA: Área Motora Suplementar; SMC: Córtex Sensório-Motor (combinação de M1+SI); RNMf: Ressonância Magnética Funcional; TCB: Teste de Caixa e Bloco; TJT: Teste de Função Manual de Jebsen-Taylor; TRD: Treino de Rastreamento da Dedo; IL: Índice de Lateralidade<sup>1</sup>; DDS: dependência do nível de oxigenação no sangue; Rel.FxN: Relação Função versus Neuroplasticidade; MS: Membro Superior; ND: Não Descrito; PPB: Teste de Prancha de Pegboard; MMSS: Membros Superiores; MMII: Membros Inferiores; TFML: Teste de Função Motora do Lobo; AFC: Avaliação Funcional Califórnia; AVE: Acidente Vascular Encefálico; TAMD: Teste de Amplitude de Movimento do Dedo; II: Índice de Intensidade<sup>2</sup>; EANIH: Escala de AVC do NIH; IB: Índice de Barthel; EA: Escala de Ashworth; IM: Índice de Motricidade; PAB: Teste de Pesquisa da Ação do Braço; FIM: Medida de Independência Funcional; RNM: Ressonância Magnética; RAM: Registro da Atividade Motora; EFM: Escala de Fulg-Meyer; PET: Tomografia por Emissão de Pósitrons; EAM: Escala de Ashworth Modificada; EMT: Estimulação Magnética Transcraniana; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; TA: Tibial Anterior; AH: Abductor do Hálux.

<sup>1</sup> O índice de lateralidade representa o volume de ativação cerebral de uma região de interesse quando comparado entre os hemisférios cerebrais. É dado por: Volume Relativo = (quantidade de voxels ipsilesional) – (quantidade de voxels contralateral) / (quantidade de voxels ipsilesional) + (quantidade de voxels contralateral).

<sup>2</sup> O índice de intensidade representa a mudança no sinal de intensidade do BOLD durante as fases de tarefa versus as fases de repouso. Assim, para cada volume de voxels ativos, calcula-se o índice de intensidade como um aumento percentual no sinal de intensidade durante a atividade sobre o repouso. É dado por: Índice de Intensidade = (intensidade na tarefa – intensidade no repouso) x 100 / (intensidade no repouso).

Os futuros ECAs com essa temática devem buscar o uso de maiores amostras ou o uso do cálculo amostral. Também devem buscar homogeneizar os protocolos seguindo linhas de estudo para que possa haver consenso sobre os melhores tratamentos; além disso, encontrou-se a necessidade de mais tempo de intervenção e da realização de mais seguimentos.

## 4 Discussão

Os resultados sugerem que a recuperação motora é interdependente de mudanças corticais corroborando com a revisão sistemática e meta-análise de Richards (2007). O tipo de tarefa motora, a quantidade de repetições das atividades, o direcionamento das tarefas, a motivação para a realização do ato motor e estímulos sensoriais podem auxiliar no aprendizado, na formação de memória e em consequentes mudanças neuroplásticas.

### 4.1 Desempenho motor nas atividades de vida diárias

Com a lesão no SNC, a função motora fica comprometida e as modalidades fisioterápicas podem colaborar nessa recuperação. Logo, é necessário estabelecer quais são as principais mudanças que ocorrem no desempenho motor e, consequentemente, nas AVDs como resultado de intervenções fisioterapêuticas, bem como sua eficácia (STEWART; CAURAUGH; SUMMERS, 2006).

Sobre a TRIM, que imobiliza o membro superior saudável para que o membro comprometido seja usado nas AVDs, em exercícios e treinos, o estudo de Wu (2010) mostrou variados padrões de melhoria motora entre seus 6 pacientes. Em outros estudos, os grupos que a receberam obtiveram as médias mais altas no PAB, FIM, RAM e TFML (BYL et al., 2003; DROMERICK; EDWARDS; HAHN, 2000; GAUTIER et al., 2008). Na pesquisa de Byl (2003), os ganhos se mantiveram por 3 meses, inclusive na marcha. Para Malcom (2007), os escores no RAM, TFML e TCB mostraram melhoria nos dois grupos; mas, ainda assim, forneceram indicação para a TRIM. Em suma, essa técnica foi eficaz no desempenho motor funcional.

No tocante ao TR, houve resultados particulares. No estudo de Bhaat (2007), o grupo que combinou terapias (ver Tabela 2) teve melhoria na função motora, e nos

testes funcionais, não mostrou diferença em relação ao grupo que só fez a eletroestimulação. Investigando se o TR poderia melhorar a função do dedo índice e produzir reorganização cortical, Carey (2002) encontrou que houve melhora nos grupos intervenção na transferência da função adquirida no treino para a atividade funcional de pinça fina por meio do escore do TCB. E essa melhora não ocorreu nos grupos controle até o fim do tratamento crossover.

A telerreabilitação é uma terapia a distância direcionada pelo computador e por telecomunicação com o terapeuta. Assim, Carey (2007) analisou se o TR por meio da telerreabilitação, com ênfase no processamento tempo-espacial (maior necessidade de esforço cognitivo), durante o movimento poderia ser mais efetivo na melhora da função manual que a abordagem sem esse processamento. Assim, o grupo de intervenção mostrou uma melhora não muito vantajosa. Isso ocorreu em função dos protocolos muito restritos e do pouco tempo de intervenção. Contudo, o TR mostrou-se uma terapia eficaz para a melhoria motora. Sendo indicado seu uso por longos períodos e a telerreabilitação foi conduzida com sucesso.

A Corrente Direta Transcraniana Bihemisférica associada a tarefas motoras funcionais direcionadas e exercícios de coordenação mostrou-se eficaz na melhoria motora em período relativamente curto (ver Tabela 5). Esses efeitos permaneceram por uma semana após o tratamento, demonstrando que essa corrente é eficaz no contexto proposto (LINDENBERG et al., 2010). Com tarefas baseadas na aquisição de habilidades motoras como resultado da prática repetitiva, embasadas por teorias sobre a interdependência dos sistemas neurais que controlam os movimentos aprendidos, o estudo de Nelles (2001) revelou que exercícios passivos de ombro, associados a tarefas funcionais direcionadas, são eficazes para a motricidade.

O treino com tarefas específicas (repetitivas e aleatórias) em comparação com aumento do uso do membro superior parético sem tarefas específicas favoreceu a performance motora e o aprendizado demonstrando que a prática de uma tarefa específica leva a uma melhor performance global (BOYD; VIDONI; WESSEL, 2010). Dechaumont-palacin et al. (2008), visando observar se o treino proprioceptivo passivo associado ou não ao Bobath aceleraria a melhora em pacientes com quadro agudo de AVE, usou movimentos passivos de punho em extensão.

Seus resultados mostraram que houve melhora no IB e no EANIH, mas o Índice de Motricidade não evidenciou melhora, mostrando que, clinicamente, nenhuma melhora poderia ser atribuída ao treinamento passivo. O estudo não teve força para demonstrar a eficácia clínica, no entanto, as mudanças corticais foram significativamente importantes (DECHAUMONT-PALACIN et al., 2008). Com o uso da Terapia Ativa – passiva bilateral, modalidade que usa o movimento de flexo-extensão passiva de punho –, o estudo de Stinear (2008) demonstrou que essa intervenção foi eficaz na função motora imediatamente após e no fim da intervenção.

A Neuroprótese NESS Handmaster não é um dispositivo comum, é uma órtese punho-mão que foi feita para ser autoajustável, bem como possui uma Corrente Russa acoplada. No estudo de Ring e Rosenthal (2004), houve uma comparação (ver Tabela 5) na qual o grupo que usou a neuroprótese obteve melhora importante da espasticidade, na Amplitude de Movimento (ADM) ativa, na dor e no edema, bem como nos testes comportamentais TCB e TJT. O que leva a esta melhora global ainda deve ser desvendado.

Sabe-se que essa melhora motora possui algumas possibilidades como a plasticidade do SNC, a redução da espasticidade pela corrente elétrica e, conseqüente aumento da ADM, fatores musculares locais como o fortalecimento, o aumento no fluxo sanguíneo e a mudança na viscoelasticidade. O uso da Corrente Russa foi realizado de modo a gerar um estímulo funcional que simulasse gestos presentes nas AVDs (RING; ROSENTHAL, 2004).

O estudo que usou o treino de marcha visando melhora na performance motora (ver Tabela 2) mostrou que o grupo que fez somente Fisioterapia melhorou na velocidade da marcha e na cadência. Aqueles que fizeram o treino de marcha adicional melhoraram na EEB, na velocidade da caminhada e no comprimento do passo. Assim, o uso de esteira com suporte para o peso do corpo demonstrou ser uma modalidade que melhora o equilíbrio e a performance na marcha independente do tempo após o AVE. Ressalta-se que a Fisioterapia foi associada a Imagens Motoras Mentais (YEN et al., 2008).

A melhora da performance motora e do desempenho funcional foi relatada em todos os estudos como melhora na execução das AVDs. As mudanças plásticas das vias sensorio-motoras foram mensuradas por meio

de diferentes escalas e testes clínicos associados ou não a exames de imagem (ver Tabela 2). Ou seja, a melhora na execução das AVDs após um programa de reabilitação já é indicativo de alterações neuroplásticas.

#### 4.2 Desempenho sensorial

As vias aferentes sensoriais integram-se centralmente às vias motoras eferentes mediante diferentes níveis de organização. Relacionam-se com as vias motoras por meio da motivação, do aprendizado, da memória, da propriocepção, das percepções táteis e até mesmo da dor (MCDONNELL; RIDDING, 2006). Assim, uma adequada estimulação sensorial deve ser usada adicionalmente às terapias motoras (BYL et al., 2003).

Com a hipótese confirmada de que o treino sensorial objetivando maior precisão na velocidade da discriminação sensória e feedback sensorio-motor como base para a motricidade fina poderia estar associado a ganhos na discriminação sensorial, no treino motor, na habilidade motora fina, bem como a sua associação com o treino motor estar relacionado a ganhos funcionais, Byl (2003), ressalta que ele não deve ser usado como um estímulo reflexo para ganhos motores. O treino sensorial deve ser usado complementando as terapias motoras (BYL et al., 2003).

A Estimulação Transcraniana Magnética Repetitiva visa à modulação da excitabilidade e função cortical. Atualmente não se sabe ao certo seu mecanismo de funcionamento, mas a possibilidade mais aceita é a indução à coativação de neurônios corticais conectados e o rápido aumento da força de algumas conexões. Ela provoca um input sensorial pela contração da musculatura do escalpo; no entanto, não foi comprovado seu uso como adjuvante à terapia TRIM (MALCOM et al., 2007).

Gauthier (2008), abordando o uso da TRIM e treinamento funcional, mostrou alterações corticais relacionadas à sensorialidade, mas não descreveu as correlações clínicas. Nas pesquisas de Dromerick, Edwards e Hahn (2000) e Stinear (2008), não houve relatos diretos sobre mudanças sensoriais, mas sabe-se que a melhora na função motora é relacionada com aprimoramento das vias proprioceptivas (LEIBOWITZ et al., 2008). No estudo de Wu (2010), apesar dos variados padrões de respostas às diferentes terapias, houve melhora motora, alteração na função cerebelar e na excitabilidade dos he-

misférios. Assim, destaca-se função cerebelar, pois recebe aferência proprioceptora e eferência à regulação do tônus, do equilíbrio e dos movimentos finos (GLICKSTEIN; DORON, 2008).

O TR mostrou melhoria motora e mudanças nos SMC e S1, e foi eficaz associado ou não à estimulação sensorial (CAREY et al., 2002; CAREY et al., 2007; BHATT et al., 2007). Na transferência das habilidades adquiridas no treinamento para outras atividades, os sujeitos do estudo de Carey (2002) mostraram aprendizado motor. O estímulo sensorial da estimulação elétrica do estudo de Bhatt (2007) associado ao TR mostrou maior evidência somente a estimulação elétrica em termos de reorganização cortical e ganhos funcionais. A terapia combinada fornece maior complexidade de informação ao SNC, favorecendo a reorganização cortical (BHAAT et al., 2007; MCDONNELL; RIDDING, 2006).

A Estimulação Transcraniana por Corrente Direta Bihemisférica mostrou-se uma modalidade de estímulo sensorial eficaz para a função motora no estudo de Lindenberg (2010). Essa corrente foi usada excitando o córtex ipsilesional e simultaneamente deprimindo a atividade do córtex motor contralesional em combinação com atividades sensório-motoras. A associação entre esse estímulo sensorial e o treino motor se consolida por meio de mecanismos como a potenciação de longa duração por aumento do input aferente enquanto a excitabilidade do córtex é modulada pela corrente.

O treino de tarefas motoras orientadas favoreceu o aprendizado e revelou mudanças do sistema sensorial em quadros agudos pós-AVE (NELLES et al., 2001). Em casos crônicos, o treino com especificidade na aprendizagem é um estímulo importante assim como a Terapia ativa – passiva bilateral associada ao uso de Imagens Motoras Mentais a partir da solicitação verbal (BOYD et al., 2010). O ato motor direcionado, bem como as vias neurológicas despertas pelas Imagens Motoras Mentais favorece o sistema sensório-motor (ZIMMERMANN-SCHLATTER et al., 2008).

O treino de Bobath, associado à extensão passiva de punho em quadros agudos de AVE, levou a alteração da atividade do hemisfério contralesional em áreas sensório-motoras secundárias (córtex pré-motor ventral e córtex parietal). Tal fato deve facilitar a recuperação da função motora por simples integração pro-

prioceptiva, principalmente naqueles pacientes com recuperação lenta (DECHAUMONT-PALACIN et al., 2008).

O uso da neuroprótese com estimulação elétrica evidenciou que o estímulo sensorial causado por ela reduziu a espasticidade aumentando a ADM articular. As inibições recíproca e recorrente, bem como o grande input aferente ocasionado pela corrente estão entre os mecanismos de redução da espasticidade (RING; ROSENTHAL, 2004). No tocante ao treino adicional de marcha à Fisioterapia usual (associada a Imagens Motoras Mentais), houve alteração do limiar motor do Tibial Anterior no hemisfério contralesional que levou à melhoria na EEB e no comprimento do passo do membro não afetado (YEN et al., 2008).

Estímulos sensoriais que aferenciam ao SNC provocam respostas complexas levando a mudanças neuroplásticas. Com base nos estudos analisados, a estimulação sensorial, quando realizada dentro dos princípios da neuroplasticidade, complementa a recuperação motora.

#### 4.3 Mudanças na representação cortical

Após a lesão pelo AVE, a reorganização neural, além de servir para o tratamento do próprio tecido, serve como base para o aprendizado, para a aquisição de novas habilidades e para a recuperação funcional (BYL et al., 2003; YEN et al., 2008). A excitabilidade do hemisfério afetado fica reduzida, ocasionando um desequilíbrio na interação entre os hemisférios (LINDENBERG et al., 2010; MALCOM et al., 2007; STINEAR et al., 2008; YEN et al., 2008). A tendência de análise encontrada foi nas regiões M1, PMC e SMA, seguidas de S1, SMC e de áreas parietais, indicando que as regiões mais pesquisadas foram as do sistema sensório-motor.

Com o uso da RNM, que possibilita a visualização das substâncias branca e cinzenta, além do líquido cefalorraquidiano, Gauthier (2008) mostrou que, no grupo com melhores resultados, houve importante aumento da substância cinzenta nas áreas sensoriais, motoras e hipocampo, simetricamente nos dois hemisférios, enquanto que, no outro grupo, isso não ocorreu. Isso demonstrou aprendizado motor. A magnitude do aumento na substância cinzenta foi proporcional ao uso do membro superior nas AVDs.

No estudo de Wu (2010), com o uso da ressonância magnética funcional, que possibilita a aquisição de imagens do tecido neural, durante o tratamento da mão afetada, os grupos mostraram aumento da ativação biemisférica. Houve aumento da ativação no hemisfério ipsilesional durante o uso da mão afetada e do hemisfério contralesional durante o uso da mão não afetada. Dessa forma, a via motora usada foi considerada fundamental para a recuperação.

Como achado significativo, durante o movimento bilateral de flexo-extensão do cotovelo, a maioria dos integrantes do grupo do treino de braço bilateral mostrou ativação cerebelar, principalmente do cerebelo esquerdo. O cerebelo esquerdo é mais envolvido na coordenação bimanual. Em contraponto, o grupo TRIM mostrou redução da ativação cerebelar, pois o protocolo pode ter sido abaixo do limiar para ativar o cerebelo. Isso indica que a plasticidade depende da terapia (WU et al., 2010).

Na revisão sistemática e meta-análise de Steward, Cauraugh e Summers (2006) sobre o treino de movimento bilateral, foi comprovado que seu uso com combinação ou não de feedback sensorial era adequado para quadros subagudos ou crônicos pós-AVE. Corroborando com o resultado favorável de Wu (2010) que realizou sua pesquisa em pacientes com quadro crônico.

Usando a ressonância magnética funcional, Carey (2002) observou que a ativação central em pacientes já em cronicidade antes do treino era com predominância ipsilateral à mão parética para ambos os grupos. Durante o treino, foi encontrada ativação no hemisfério contralateral à mão parética, nas regiões do SMC, M1, S1 e PMC. Nos idosos saudáveis o padrão se manteve contralateral.

Carey (2007) não considerou consistente o padrão de reorganização encontrado, sendo essa limitação do estudo atribuída ao pequeno tempo de intervenção (ver Tabela 3). Já para Bhaat (2007), em pesquisa com quadro crônico, os sujeitos que possuíam o M1 intacto após o AVE tiveram melhor aproveitamento. Na análise da RNMf não ocorreu mudança significativa (ver Tabela 3). Somente o grupo combinação de terapias (ver Tabela 2) mostrou melhoria funcional relacionada à mudança no LI em M1, S1, SMC e PMC, mostrando maior controle ipsilesional. Houve correlação negativa com a mudança no DDS em S1 e SMA ipsilesionais indicando a existência de guarnição fisiológica de neurônios inativos.

A Terapia Ativo-Passiva Bilateral, em casos crônicos, resultou em aumento da excitabilidade ipsilesional em M1, aumento da inibição transcalosa do M1 ipsilesional para o contralesional e aumentou a inibição intracortical no M1 contralesional. Essas mudanças levaram os sujeitos a um padrão de função motora e cortical mais fisiológico (STINEAR et al., 2008). Sobre o treinamento proprioceptivo no punho, houve aumento da ativação cortical contralesional por meio da RNMf. A integração proprioceptiva gerada pelo aumento da atividade de áreas sensorio-motoras contralesionais facilita a recuperação, pois opera as funções corticais superiores e a integração sensorial simples (DEUCHAUMONT-PALLACIN et al., 2007).

As áreas contralesionais sensorio-motoras com aumento da atividade foram os córtices pré-motor ventral e parietal. Especificamente, o treino mudou a SMA, o córtex pré-frontal e uma rede de integração igualmente contralesional que inclui o córtex parietal inferior, córtex sensorial secundário e córtex pré-motor ventral (DEUCHAUMONT-PALLACIN et al., 2007). O aprendizado motor associado ao treino de tarefas específicas proposto por Boyd (2010), somente nas sequências repetitivas induziu mudança positiva no LI no M1 por meio da RNMf, por uma redução do volume de ativação no córtex contralesional, induzindo-o a um melhor funcionamento e remediando padrões de atividade cerebral adaptados erroneamente.

Apesar dos estudos de Boyd (2010) e Deuchamont-pallacin (2007) avaliarem o córtex contralesional, ambos usaram diferentes protocolos em períodos igualmente diversos da lesão (ver Tabela 2). O primeiro avaliou pacientes em quadro crônico e o segundo, em quadro agudo. De acordo com o estágio após o AVE, o tecido nervoso possui um comportamento, dessa forma, a terapia deve estar de acordo com o período e a necessidade de organização cortical (WU et al., 2010).

A estimulação elétrica realizada por Lindenberg (2010) mostrou por meio da RNMf que, no grupo de estimulação real, houve maior ativação de regiões motoras intactas ipsilesionais durante os movimentos do membro superior acometido, o que não ocorreu com o grupo de estimulação placebo. Isso correspondeu com os escores do TFML e da EFM. Esse estudo ocorreu em pacientes com quadro crônico e tendeu igualmente a Boyd (2010) à redução no volume de ativação do córtex contralesional e

ao aumento no ipsilesional, visando à modulação da atividade cortical.

Antes do tratamento do estudo de Nelles (2000) com pacientes em quadro agudo, todos os sujeitos apresentavam ativação bilateral do córtex parietal inferior (CPI) por meio da PET. Após a intervenção de tarefas orientadas, a ativação continuou em CPI bilateralmente e apareceu em M1. Mas também surgiu no SMC contralateral. Ao término do tratamento de tarefas orientadas, esse grupo apresentou maior ativação bilateralmente em CPI, nas áreas pré-motoras e SMC contralateral.

#### 4.4 Influência das técnicas associadas

As Imagens Motoras Mentais são um processo ativo, no qual as pessoas experienciam sensações com ou sem estímulo externo: uma ação específica é reproduzida pela memória sem nenhum movimento. Antes de ser usado em reabilitação, era usado na prática esportiva para melhorar a performance dos atletas (ZIMMERMANN-SCHLATTER et al., 2008).

Foi usada no estudo de Byl (2003) durante 15 a 20 minutos da intervenção ambulatorial para reforçar a performance nas tarefas alvo. No entanto, após as oito semanas de terapia, um dos grupos mostrou maior ganho no aspecto motor. Ambos os grupos usaram as Imagens Motoras Mentais, não cabendo a essa técnica o mérito de desempenho entre eles e sim a ordem que a terapia foi aplicada (ver Tabela 2). Ressalta-se que os resultados desse estudo evidenciaram ganho funcional significativo para ambos os grupos.

Na intervenção de Stinear (2008), essa técnica também foi usada com base no aumento da excitabilidade do M1 e melhoria da função de membros superiores. O procedimento foi introduzido na pesquisa em fase avançada, na transição do movimento passivo ao ativo. O grupo dessa intervenção obteve sucesso. Ainda Yen (2007) usou a mesma técnica relativa ao treino de marcha, e esse grupo também obteve o melhor aproveitamento. Todavia, houve outros aspectos que levaram à melhor performance desse grupo. Dessa forma, as Imagens Motoras Mentais trazem benefícios adicionais à Fisioterapia (ZIMMERMANN-SCHLATTER et al., 2008).

#### 4.5 Resultados analíticos e significado clínico

A influência da intensidade e frequência dos protocolos no desfecho desejado mostrou que as diversas mudanças corticais ocorrem com estímulos variados. No estudo de Boyd, Vidoni e Wessel (2010), a intervenção ocorreu em menor prazo e com menos sessões e seu resultado foi significativo. Todavia, não houve seguimento, e sua análise de comparação pós-teste foi realizada um dia após a última intervenção.

Gautier (2008), assim como Boyd, Vidoni e Wessel (2010) usaram duas semanas de intervenção; entretanto, a intensidade do treino foi maior (ver Tabela 2). Os estudos de maior duração apresentaram significativa intensidade de treino e apresentaram seguimentos demonstrando a durabilidade dos efeitos da intervenção (BYL et al., 2003; DEUCHAUMONT-PALLACIN et al., 2007).

A interpretação do resultado clínico é mais complexa. Alguns estudos usam tecnologias de difícil acesso, assim certas extrapolações não são possíveis. Todavia, o uso de exames de imagem e escalas de avaliação clínica para analisar a neuroplasticidade favorecem correlações clínicas em níveis de evidência práticos, bem como avaliam integralmente a motricidade. Ressalta-se que a ausência de efeitos colaterais relatados aumenta esse nível de evidência.

#### 5 Considerações Finais

Há evidência de que diferentes tipos de intervenção motora e sensorial para otimizar a recuperação pós-AVE se mostraram eficazes em termos de mudança na função e na reorganização cortical quando estabelecidos dentro dos princípios da neuroplasticidade. Dessa forma, o fisioterapeuta deve pautar sua conduta ao atender um paciente com sequelas de AVE nos princípios da neuroplasticidade por meio da estimulação motora e sensorial. Nenhum estudo apresentou efeitos colaterais em suas intervenções, entretanto foram metodologicamente heterogêneos e um pouco limitados. Por fim, esta revisão apresentou a limitação de ter sido realizada por somente um avaliador.

## Referências

- BHATT, E. et al. Effect of finger tracking combined with electrical stimulation on brain reorganization and hand function in subjects with stroke. **Experimental Brain Research**, Heidelberg, v. 182, n. 4, p. 435-447, oct. 2007. doi: 10.1007/s00221-007-1001-5
- BOYD, L.; VIDONI, E. D.; WESSEL, B. D. Motor learning after stroke: is skill acquisition a prerequisite for contralesional neuroplastic change? **Neuroscience Letters**, New Haven, v. 482, n. 1, p. 21-25, sep. 2010. doi: 10.1016/j.neulet.2010.06.082
- BUMA, F. E. et al. Functional neuroimaging studies of early upper limb recovery after stroke: a systematic review of the literature. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, Los Angeles, v. 24, n. 7, p. 589-608, sep. 2010. doi: 10.1177/1545968310364058
- BYL, N. et al. Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, Los Angeles, v. 17, n. 3, p. 176-191, sep. 2003. doi: 10.1177/0888439003257137
- CABRAL, N. L. et al. Trends in stroke incidence, mortality and case fatality rates in Joinville, Brazil: 1995-2006. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, London, v. 80, n. 7, p. 749-754, jul. 2009. doi: 10.1136/jnnp.2008.164475
- CAREY, J. R. et al. Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke. **Brain**, Oxford, v. 125, n. 4, p. 773-788, mar. 2002. doi: 10.1093/brain/awf091
- CAREY, J. R. et al. Comparison of finger tracking versus simple movement training via telerehabilitation to alter hand function and cortical reorganization after stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, Los Angeles, v. 21, n. 3, p. 216-232, may/jun. 2007. doi: 10.1177/1545968306292381
- DECHAUMONT-PALACIN, S. et al. Neural correlates of proprioceptive integration in the contralesional hemisphere of very impaired patients shortly after a subcortical stroke: an fMRI study. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, Los Angeles, v. 22, n. 2, p. 154-165, mar./apr. 2008. doi: 10.1177/1545968307307118
- DROMERICK, A. W.; EDWARDS, D. F.; HAHN M. Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? **Stroke: a Journal of Cerebral Circulation**, Baltimore, v. 31, n. 12, p. 2984-2988, dec. 2000. doi: 10.1161/01.STR.31.12.2984
- FEIGIN, V. L. et al. Worldwide stroke incidence and early case fatality reported in 56 population-based studies: a systematic review. **The Lancet Neurology**, London, v. 8, n. 4, p. 355-369, apr. 2009. doi:10.1016/S1474-4422(09)70025-0
- GAUTIER, L. V. et al. Remodeling the brain: plastic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke. **Stroke: a Journal of Cerebral Circulation**, Baltimore, v. 39, n. 5, p. 1520-1525, may 2008.
- GLICKSTEIN M.; DORON K. Cerebellum: connections and functions. **The Cerebellum**, London, v. 7, n. 4, p. 589-594, dec. 2008. doi: 10.1007/s12311-008-0074-4
- LEIBOWITZ, N. et al. Automated measurement of proprioception following stroke. **Disability and Rehabilitation**, London, v. 30, n. 24, p. 1829-1836, s.m. 2008. doi: 10.1080/09638280701640145
- LINDENBERG, R. et al. Bihemispheric brain stimulation facilitates motor recovery in chronic stroke patients. **Neurology**, Chichester, v. 75, n. 24, p. 2176-2184, dec. 2010. doi: 10.1212/WNL.0b013e318202013a
- MALCOLM, M. P. et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation as an adjunct to constraint-induced therapy an exploratory randomized controlled trial. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, Baltimore, v. 86, n. 9, p. 707-715, sep. 2007. doi: 10.1097/PHM.0b013e31813e0de0
- MCDONNELL, M. N.; RIDDING M. C. Afferent stimulation facilitates performance on a novel motor task. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 170, n. 1, p. 109-115, mar. 2006. doi: 10.1007/s00221-005-0192-x
- MINELLI, C.; FEN L. F.; MINELLI D. P. C. Stroke incidence, prognosis, 30-day, and 1-year case fatality rates in Matão, Brazil: a population-based prospective study. **Stroke: a Journal of Cerebral Circulation**, Baltimore, v. 38, n. 11, p. 2906-2911, nov. 2007. doi: 10.1161/STROKEAHA.107.484139
- MOSELEY A. M. et al. Evidence for physiotherapy practice. A survey for the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). **Australian Journal of Physiotherapy**, Australia, v. 48, n. 1, p. 43-49, mar. 2002.
- NELLES, G. et al. Arm training induced brain plasticity in stroke studied with serial positron emission tomography. **NeuroImage**, Orlando, v. 13, n. 6, p. 1146-1154, jun. 2001. doi: 10.1006/nimg.2001.0757
- PED (PHYSIOTHERAPY EVIDENCE DATABASE). **Escala de PEDro**. Disponível em: <<http://www.pedro.org.au/portuguese/downloads/pedro-scale/>>. Acesso: 25 maio. 2011.

RICHARDS, L. G. et al. Movement-dependent stroke recovery: a systematic review and meta-analysis of TMS and fMRI evidence. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 3-11, jan. 2007. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.08.013

RING, H.; ROSENTHAL N. Controlled study of neuroprosthetic functional electrical stimulation in sub-acute post-stroke rehabilitation. **Journal of Rehabilitation Medicine**, Stockholm, v. 37, n. 1, p. 32-36, jan. 2004. doi: 10.1080/16501970410035387

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 95, n. 1, Supl. 1, p. 1-51, jul. 2010. doi: 10.1590/S0066-782X2010001700001

STEWART, K. C.; CAURAUGH J. H.; SUMMERS J. J. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the Neurological Sciences**, Amsterdam, v. 244, n. 1-2, p. 89-95, may 2006. doi: 10.1016/j.jns.2006.01.005

STINEAR, C. M. et al. Priming the motor system enhances the effects of upper limb therapy in chronic stroke. **Brain: a Journal of Neurology**, Oxford, v. 131, n. 5, p. 1381-1390, may 2008. doi:10.1093/brain/awn051

YEN, C. et al. Gait training-induced change in corticomotor excitability in patients with chronic stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, Los Angeles, v. 22, n.1, p. 22-30, jan./feb. 2008. doi: 10.1177/1545968307301875

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Atlas of Heart Disease and Stroke**. Disponível em: <[http://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/resources/atlas/en/](http://www.who.int/cardiovascular_diseases/resources/atlas/en/)>. Acesso em: 9 abr. 2011.

WU, C. et al. Brain reorganization after bilateral arm training and distributed constraint-induced therapy in stroke patients: a preliminary functional magnetic resonance imaging study. **Chang Gung Medical Journal**, Taiwan, v. 33, n. 6, p. 628-636, nov./dec. 2010.

ZIMMERMANN-SCHALATTER, A et al. Efficacy of motor imagery in post-stroke rehabilitation: a systematic review. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, London, v. 5, n. 8, p. 1-10, aug. 2008. doi: 10.1186/1743-0003-5-8