

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA  
CURSO DE FISIOTERAPIA

FISIOTERAPIA E NEUROPLASTICIDADE APÓS ACIDENTE VASCULAR  
ENCEFÁLICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

PÂMELLA CARNEIRO DA CRUZ

BRASÍLIA  
2011

PÂMELLA CARNEIRO DA CRUZ

FISIOTERAPIA E NEUROPLASTICIDADE APÓS ACIDENTE VASCULAR  
ENCEFÁLICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Artigo científico apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Fisioterapia no Centro Universitário de Brasília – UniCEUB.

Orientador: Prof. Flávia Ladeira Ventura Dumas

Co-orientador: Prof. Levy Aniceto Santana

BRASÍLIA

2011

Ofereço a Deus, sempre presente em meus pensamentos e que inspirando-me, fez-me escolher a saúde como área de atuação. Agradeço muito a minha família e aos meus pais, pois seu amor tão humano, me fez sentir mais próxima daqueles que começo a tratar. Gratidão especial ao meu querido irmão Nissam que sempre me serviu de inspiração. E se tenho mais essa oportunidade de dizer, sim, amo muito a todos!!!

Devo agradecer terna e eternamente à grande família do Paulo de Tarso, da Auta de Sousa, a equipe do Dr. Cândido e tantas outras que sempre presentes me incentivaram os sonhos. Lembrando deles, não posso esquecer o Rafael, um verdadeiro anjo em forma de gente... Que Deus continue iluminando sempre você!!! Amo você!!!

Especial gratidão a todos os meus mestres, especialmente aqueles que me ajudaram na elaboração deste trabalho, pois sem eles não teria me encantado como me encantei com as ciências da saúde. Muito carinho por todos os amigos!!! São muito preciosos...

Vou sentir saudades dos funcionários do laboratório, afinal foram 5 anos marcando laboratórios, pedindo materiais, trocando idéias... E já me emociono de lembrar o que senti no primeiro semestre e tive as primeiras aulas de anatomia no laboratório. Foi amor a primeira vista...

Devo lembrar dos pacientes que um dia atendi... Muito carinho e respeito por todos. Fizeram-me acreditar na possibilidade de um crescimento e de uma saúde mais humana. Sem eles não conheceria a sublimidade de amar a cada dia de trabalho e de me dedicar por uma causa que acredito. Apesar das dificuldades, foram eles que me fizeram sempre querer estudar um pouquinho a mais, para com muita atenção e carinho lhes tratar e ensinar formas de melhorar sua qualidade de vida.

Enfim, foram anos de muito estudo, amadurecimento e desenvolvimento. Muito além dos livros, posso afirmar de todo o coração que encontrei um caminho muito mais bonito do que um dia pude imaginar... Espero que você que está lendo possa se transportar ao meu sentimento e compartilhar da felicidade e desprendimento que sinto ao afirmar que vou trabalhar com saúde. Sim, vou ajudar aqueles que padecem para, quem sabe, o meu padecimento ser menor e para que juntos possamos criar uma realidade de mais conforto, alívio, vitalidade e felicidade.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Professora Flávia Ladeira pelo seu incentivo e confiança durante todo o curso e elaboração deste trabalho. É uma professora que sempre foi prestativa demonstrando amor e dedicação ao trabalho. Ao Professor Hugo Alves por ter sido gentil na revisão. Além ser ótimo professor, sempre nos ensinando coisas novas.

Não posso deixar de expressar minha gratidão pela Professora Patrícia da Rosa. Afinal com seu interesse e entusiasmo colaborou gentilmente na leitura crítica. E foi um modelo de profissional de educação em saúde, pois sempre nos mostrou a simplicidade na complexidade da abordagem terapêutica.

Especial gratidão ao Professor Levy Aniceto. Pois sua postura colaborativa e acolhedora desde o início facilitou todo o trabalho. Além de ter me transmitido valorosa experiência. Assim, agradeço especialmente a vocês que carregam a nobre missão de ensinar e me ajudaram. Finalmente, agradeço a todos aqueles que indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

## **RESUMO**

A fisioterapia através de estimulação sensorial e motora pode colaborar na redução da morbidade pelo acidente vascular encefálico através de mudanças corticais após a lesão. Logo, o objetivo deste estudo é apresentar uma revisão sistemática da literatura sobre a influencia da fisioterapia na neuroplasticidade. Realizou-se uma busca de ensaios clínicos aleatórios de alta qualidade metodológica em 10 bases de dados digitais. Selecionou-se 15 artigos. A análise evidenciou que as diversas intervenções fisioterapêuticas proporcionaram melhoria na organização cortical acompanhada do aproveitamento funcional. No entanto, esta revisão sistemática apresentou a limitação de ter sido realizada por somente 1 avaliador.

Palavras chave: Plasticidade neuronal, Modalidades de Fisioterapia, Acidente Cerebral Vascular e Acidente Vascular Encefálico.

## **ABSTRACT**

Physiotherapy 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 systematic literature review about the influences of physiotherapy in neuronal plasticity. Was made a search of high quality randomized clinical trials in 10 digital databases. Were selected 15 articles. The analysis showed that the several physiotherapy's interventions provided a improvement on the cortical reorganization accompanied of functional progress. However, this systematic review showed the limitation of having been made by only 1 evaluator.

Key-words: Neuronal Plasticity, Physical Therapy, Physical Therapy Modalities and Stroke.

## 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). Esta falta de irrigação sanguínea, leva a uma lesão tecidual no tecido nervoso (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

O AVE é uma importante causa de morbimortalidade (BHATT et al., 2007). É a terceira principal causa de morte no mundo, responsável por 10% das mesmas. Anualmente este evento ocorre com 15 milhões de pessoas, destas, 5 milhões ficam com sequelas (WHO, 2011). No Brasil, os índices de mortalidade são igualmente altos, em 2007 atingiu 31,4% do total de óbitos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2010).

Como alternativas de tratamento são usados medicamentos, implantes corporais (stents, marcapassos, entre outros), cirurgias e a Fisioterapia (WHO, 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 seqüelas do AVE acabam necessitando de assistência prolongada (DROMERICK; EDWARDS; HAHN, 2000).

Portanto, a Fisioterapia, com suas diversas modalidades, pode ser usada na recuperação 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 consiste em tratamento do mesmo (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. Esta melhora está relacionada com mudanças nas medidas neurofisiológicas (YEN et al., 2008).

Conexões neuronais são continuamente feitas e desfeitas, de acordo com nossas experiências. 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 este *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 sistemática da literatura sobre a influência da Fisioterapia na plasticidade neuronal após o AVE.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão sistemática da literatura foi realizada na 1ª e na 5ª semana de Maio de 2011. Na 1ª semana realizou-se a primeira busca e na 5ª 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 por 1 investigador. As bases de dados eletrônicas consultadas foram: BIREME, IBECs, SCIELO, HIGH WIRE, PubMed, MEDLINE, EMBASE, COCHRANE, EBSCO e LILACS, dentre as quais, as 6 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. As palavras-chave em língua portuguesa foram: “Plasticidade Neuronal”, “Fisioterapia”, “Acidente Cerebral Vascular” e “Acidente Vascular Encefálico”. Cruzou-se as palavras nesta mesma ordem, sendo que as 2 últimas foram cruzadas individualmente com as 2 primeiras. Os descritores em língua inglesa foram: “*Neuronal Plasticity*”, “*Physical Therapy*” e “*Stroke*”. E também foram cruzadas nesta 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). Esta 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 2 vezes em ocasiões diferentes por um avaliador treinado. No quadro 1 estão listados os critérios de inclusão e exclusão dos estudos (PHYSIOTHERAPY EVIDENCE DATABASE, 2011).

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão.

<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)	

Fonte: autoria própria.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Estratégia de Busca

Foram encontrados 17 ECAs, em língua inglesa. Destes, 13 se repetiam em diferentes bases de dados. Após leitura e análise da qualidade metodológica dos estudos, 15 atenderam aos critérios de inclusão. A exclusão ocorreu apenas em 2 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.

Os quadros 2 e 3 sumarizam os resultados da 1ª e da 2ª busca, sendo que as diferenças encontradas entre as buscas foram mínimas. Os descritores em português, tanto para acidente cerebral vascular como para acidente vascular encefálico, apresentaram os mesmos resultados em todas as bases. Todavia, na 2ª 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 2ª pesquisa no banco de dados BIREME encontrou-se um total de 102 artigos, sendo que na 1ª pesquisa haviam 101. Contudo este achado não mudou o resultado da seleção dos artigos.

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	

Fonte: autoria própria.\* Filtros usados respectivamente: periodical, periodical, article e academic journal, tudo e tudo.

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	
PubMed	0	0	
EMBASE	0	0	
Total de Artigos Encontrados: 51		Total de Artigos Selecionados: 7	

Fonte: autoria própria.\* Filtros usados respectivamente: periodical, periodical, article e academic journal, tudo e tudo.

### 3.2 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 os estudos 6,7 (mínimo de 5 e máximo de 9). As mudanças ocorridas da 1ª para a 2ª análise não foram consideradas importantes, visto que a média obtida na 1ª 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

Fonte: autoria própria.

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 inter-grupos; 11: medidas de precisão e de variabilidade.

### 3.3 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 houveram 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 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>1</sup> foi abordado em 3, o uso de Imagens Motoras Mentais também em 3 e o Bobath em 2 pesquisas.

Os métodos aplicados nos estudos diferiram substancialmente. Houveram diferentes formas de aleatorização e intervenção com a mesma terapia. As amostras

<sup>1</sup> Tradução: treino de rastreamento (tradução nossa). É uma técnica usada em somente 1 articulação para o treino motor com ajuda de um software.

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 nestes mesmos grupos (grupo intervenção). (BHATT et al., 2007; DECHAUMONT-PALACIN et al., 2007; 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 2 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. Nestes, 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., 2007; 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).

### **3.4 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 acompanharam a mudança na organização cortical. Logo, foram usadas ferramentas de avaliação que além de demonstrar o próprio fenômeno da alteração neuroplástica, mostram sua manifestação: a mudança motora.

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 pcts 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 pcts 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 pcts em QC	G1: 1º treino sensorial + 2º treino da motricidade fina G2: 1º treino da motricidade fina + 2º treino sensorial	Semanalmente 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 pcts em QC  10 pcts 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 pcts em QC	G1: TR de punho e índice doméstico via telereabilitação + CR + CP + TT G2: Treino de punho e índice doméstico via telereabilitação (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
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	Semanalmente 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

Estudo	Amostra *	Tipo de Intervenção	Duração e Frequência da Intervenção	Duração do Protocolo	Resultados entre Grupos sobre Neuroplasticidade	Seguimento
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 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
STINEAR et al., 2008	32 pcts com 1º AVE em QC	G1: Terapia ativa-passiva bilateral + auto prática motora com MS afetado G2: auto prática motora com MS afetado (crossover)	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 semanalmente durante 50 minutos SPTE: 3 sessões semanalmente durante 30 minutos	1 mês	Positivo para G1	ND

Estudo	Amostra *	Tipo de Intervenção	Duração e Frequência da Intervenção	Duração do Protocolo	Resultados entre Grupos sobre Neuroplasticidade	Seguimento
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

Fonte: autoria própria. \* Todos os sujeitos foram portadores de seqüelas de AVE.

Pcts: pacientes; QC: quadro crônico; G1: grupo 1; G2: grupo 2; G3: grupo 3; G4: grupo 4; TR: Tracking Training; CR: conhecimento dos resultados (tradução nossa); ND: não descrito; ACM: artéria cerebral média; MS: membro superior; CP: conhecimento da performance (tradução nossa); 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.

Estudo	Variável de análise da neuroplasticidade	Região de análise	Ferramenta de avaliação	Resultado e Efeito*
BHATT et al., 2007.	TR	M1, S1, PMC, SMA, SMC	fMRI, BBT, TJT, FTT	LI: sem diferenças intra e entre grupos BOLD: sem diferenças intra e entre grupos. Rel.FxN: +
BOYD; VIDONI; WESSEL, 2010.	Treino motor no MS comprometido	M1	fMRI	LI: treino de tarefas repetitivas mostrou volume reduzido de atividade cortical contralesional. 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, WMFT, CFE e velocidade de marcha	Rel.FxN: +
CAREY et al., 2002.	TR	M1, S1, PMC, SMA, SMC	fMRI, BBT e FTT	LI: 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: +

Estudo	Variável de análise da neuroplasticidade	Região de análise	Ferramenta de avaliação	Resultado e Efeito*
CAREY et al., 2007.	TR	M1, SMA, PMC, S1	fMRI, BBT, TJT, FRMT, FTT	LI: 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 encontrou-se os efeitos do teste. Rel.FxN: +
DEUCHAUMONT-PALLACIN et al., 2007.	Extensão passiva do punho comprometido	SMC, SMA, córtex parietal	fMRI, EANIH, IB, EA, MI	Após a reabilitação: aumento da ativação ipsilesional em SMC e contralesional no córtex parietal inferior. No grupo controle houve uma redução da ativação contralesional. Mudanças crônicas: hiperatividade no córtex pré-frontal, e SMA. Rede contralesional: córtex parietal inferior, somatossensorial secundário e pré-motor ventral. Rel.FxN: +
DROMERICK; EDWARDS; HAHN, 2000.	Função e performance motora		ARA, IB, FIM	Rel.FxN: +
GAUTIER et al., 2008.	ND	S1, M1, PMC, SMA e hipocampo	MRI, MAL e WMFT	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	fMRI, EFM, WMFT	2 grupos: mudança em M1 e PMC ipsilesional (cotovelo). M1 e PMC ipsilesional e giro frontal inferior contralesional (punho). Rel.FxN: +
MALCOM et al., 2007.	Aprendizado motor	ND	WMFT, MAL, BBT	Rel.FxN: +
NELLES et al., 2001.	Movimentação passiva do cotovelo comprometido	M1, S1, SMA, SMC, PMC, giro do cíngulo, córtex parietal inferior, lobo parietal superior e giro frontal superior	PET, EANIH, WMFT	Grupo intervenção: ativação bilateral no córtex parietal inferior, área pré-motora, e SMC contralateral. Rel.FxN: +
RING; ROSENTHAL., 2005.	Espasticidade, ADM ativa, dor e performance motora	ND	BBT, TJT, EAM	Rel.FxN: +
STINEAR et al., 2008.	Pré e pós intervenção nos 2 grupos	M1	EMT, EFM, EANIH	Grupo intervenção: aumentou excitabilidade ipsilesional de M1, a inibição transcalosa de M1 ipsilesional para o contralesional, e a inibição intracortical no M1 contralesional. 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

Estudo	Variável de análise da neuroplasticidade	Região de análise	Ferramenta de avaliação	Resultado e Efeito*
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	fMRI, EFM, ARA, MAL	hemisfério afetado. Rel.FxN: + 2 grupos: atividade no MS comprometido mostrou aumento na ativação bilateral dos hemisférios. Rel.FxN: +

Fonte: autoria própria. \* Considerados estatisticamente significantes de acordo com os estudos.

M1: Área Motora Primária; S1: Área Sensitiva Primária; PMC: Córtex pré-motor; SMA: Área Motora Suplementar; SMC: Córtex sensório-motor (combinação de M1+S1); fMRI: Ressonância Magnética Funcional; BBT: Box and Block Test; TJT: Teste de Função Manual de Jebsen-taylor; FTT: Finger Tracking Test; LI: Índice de Lateralidade<sup>2</sup>; BOLD: dependência do nível de deoxigenação 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; WMFT: Wolf Motor Function Test; CFE: California Functional Evaluation; AVE: acidente vascular encefálico; FRMT: Finger Range of Motion Test; II: Índice de Intensidade<sup>3</sup>; EANIH: Escala de AVC do NIH; IB: Índice de Barthel; EA: Escala de Ashworth; MI: Motricity Index; ARA: Action Research Arm Test; FIM: Medida de Independência Funcional; MRI: Ressonância Magnética; MAL: Motor Activity Log; PET: Tomografia por Emissão de Pósitrons; EAM: Escala de Ashworth Modificada; EMT: Estimulação Magnética Transcraniana; EFM: Escala de Fulg-meyer; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; TA: Tibial Anterior; AH: Abdutor do Hálux.

<sup>2</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:  $\text{Volume Relativo} = (\text{quantidade de voxels ipsilesional}) - (\text{quantidade de voxels contralesional}) / (\text{quantidade de voxels ipsilesional}) + (\text{quantidade de voxels contralesional})$ .

<sup>3</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:  $\text{Índice de Intensidade} = (\text{intensidade na tarefa} - \text{intensidade no repouso}) \times 100 / (\text{intensidade no repouso})$ .

## 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, formação de memória e à consequentes mudanças neuroplásticas.

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.

### 4.1 Desempenho Motor e 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 à 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. Noutros estudos, os grupos que a receberam obtiveram as médias mais altas no ARA, FIM, MAL e WMFT (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 MAL, WMFT e BBT mostraram melhoria nos 2 grupos, mas ainda assim, forneceu indicação para a TRIM. Em suma, essa técnica foi eficaz no desempenho motor funcional.

No tocante ao TR, houveram 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 através do escore do BBT. E esta melhora não ocorreu nos grupos controle até o fim do tratamento *crossover*.

A telereabilitação é uma terapia a distância direcionada pelo computador e por telecomunicação com o terapeuta. Assim Carey (2007) analisou se o TR através da telereabilitação, com ênfase no processamento temporoespacial (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 melhora motora. Sendo indicado seu uso por longos períodos e a telereabilitação foi conduzida com sucesso.

A Corrente Direta Transcraniana Bihemisférica associada à tarefas motoras funcionais direcionadas e exercícios de coordenação mostrou-se eficaz na melhora motora em período relativamente curto (ver tabela 5). Estes efeitos permaneceram por 1 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 (2007) 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 MI, não evidenciou melhora. Mostrando que clinicamente nenhuma melhora poderia ser atribuída ao treinamento passivo, todavia o estudo não teve força para demonstrar a

eficácia clínica. Mas, as mudanças corticais foram significativamente importantes (DECHAUMONT-PALACIN et al., 2007). Com o uso da Terapia Ativa - passiva Bilateral, modalidade que usa o movimento de flexo-extensão passivo 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 auto-ajustável, 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 BBT 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 consequente 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 foram relatados em todos os estudos como melhora na execução das AVDs. As mudanças plásticas das vias sensório-motoras foram mensuradas através 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 através de diferentes níveis de organização. Relacionam-se com as vias motoras através 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 sensorial 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 o mesmo 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 a 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 houveram relatos diretos sobre mudanças sensoriais, mas sabe-se que a melhoria na função motora é relacionada com aprimoramento das vias proprioceptivas (LEIBOWITZ et al., 2007). 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 hemisférios. Assim, destaca-se função cerebelar, pois recebe aferência proprioceptora e eferencia a regulação do tônus, do equilíbrio e dos movimentos finos (GLICKSTEIN; DORON, 2008).

O TR mostrou melhoria motora e mudanças nos SMC e S1, 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 que 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; MCDONNEL; 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). Esta 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 este estímulo sensorial e o treino motor se consolida através 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 favoreceram 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 despertadas pelas Imagens Motoras Mentais favorecem o sistema sensório-motor (ZIMMERMANN-SCHLATTER et al., 2008).

O treino de Bobath associado a 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). Este fato deve facilitar a recuperação da função motora por simples integração proprioceptiva, principalmente naqueles pacientes com recuperação lenta (DECHAUMONT-PALACIN et al., 2007).

O uso da neuroprótese com estimulação elétrica evidenciou que o estímulo sensorial causado pela mesma reduziu a espasticidade aumentando a ADM articular. A inibição recíproca, a inibição 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 a 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 no mesmo 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, aquisição de novas habilidades e 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 MRI 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 2 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 AVD's.

No estudo de Wu (2010), com o uso da fMRI que possibilita a aquisição de imagens do tecido neural através do BOLD, durante o tratamento da mão afetada os grupos mostraram aumento da ativação bihemisférica. 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 fMRI 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 esta 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 fMRI não ocorreu mudança significativa (ver tabela 3). Somente o grupo combinação de terapias (ver tabela 2) mostrou melhoria funcional relacionada a mudança no LI em M1, S1, SMC e PMC, mostrando maior controle ipsilesional. Houve correlação negativa com a mudança no BOLD em S1 e SMA ipsilesionais indicando a existência de guarnição fisiológica de neurônios inativos.

A Terapia Ativa-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 fisiológicos (STINEAR et al., 2008). Sobre o treinamento proprioceptivo no punho, houve aumento da ativação cortical contralesional através da fMRI. A integração proprioceptiva gerada pelo aumento da atividade de áreas sensório-motoras contralesionais facilita a recuperação pois opera as funções corticais superiores e a integração sensorial simples (DEUCHAUMONT-PALLACIN et al., 2007).

As áreas contralesionais sensório-motoras com aumento da atividade foram o córtex 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 sequencias repetitivas induziu mudança positiva no LI no M1, através da fMRI, 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 Deuchamnont-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 período e a necessidade de organização cortical (WU et al., 2010).

A estimulação elétrica realizada por Lindenberg (2010) mostrou através da fMRI 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 WMFT e da EFM. Este 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 a 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 (IPC) através da PET. Após a intervenção de tarefas orientadas, a ativação continuou em IPC bilateralmente e apareceu em M1. Mas também surgiu no SMC contralateral. Ao término do tratamento de tarefas orientadas, este grupo apresentou maior ativação bilateralmente em IPC, 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 através da 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 8 semanas de terapia um dos grupos mostrou maior ganho no aspecto motor. Ambos os grupos usaram as Imagens Motoras Mentais, não cabendo a esta técnica o mérito de desempenho entre os mesmos 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 este grupo também obteve o melhor aproveitamento. Todavia, houveram outros aspectos que levaram à melhor performance deste grupo. Dessa forma, as Imagens Motoras Mentais trazem benefícios adicionais à Fisioterapia (ZIMMERMANN-SCHLATTER et al., 2008).

#### **4.5 Resultados Descritivos, Analíticos e Significado Clínico**

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 este 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.

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 significante. Todavia, não houve seguimento e sua análise de comparação pós teste foi realizada 1 dia após a última intervenção.

Gautier (2008), assim como Boyd, Vidoni e Wessel (2010) usaram 2 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 este nível de evidência.

#### **4.6 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, observou-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). Ainda, 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-PALLACIN et al., 2007; 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 inter-grupos e medidas de precisão e variabilidade. Em relação à escala PEDro, a mesma ainda possui

algumas limitações, pois não avalia a validade externa dos estudos e também não apresenta avaliação da magnitude da intervenção (PEDro, 2011).

De acordo com alguns dos protocolos, a duração não chegou a 1 mês. Em 9 destas 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 esta uma limitação do estudo (CAREY et al., 2007). Entretanto esta 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 o mesmo envolve conceitos complexos (ver tabela 1) que especialmente necessitam de discussão entre mais de 1 avaliador. Todavia, mesmo no caso de mudança neste escore nenhum dos estudos seria excluído, ou seja, não haveria alteração na discussão dos artigos.

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.

## **5. CONCLUSÃO**

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 estabelecidas dentro dos princípios da neuroplasticidade. Nenhum estudo de alta qualidade metodológica apresentou efeitos

colaterais ou danosos em suas intervenções. Entretanto esta revisão sistemática apresentou a limitação de ter sido realizada por somente 1 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**, Minnesota, v. 182, n. 4, p. 435-447, Oct. 2007.
- BOYD, L.; VIDONI, E. D.; WESSEL, B. D. Motor learning after stroke: is skill acquisition a prerequisite for contralesional neuroplastic change? **Neuroscience Letters**, Vancouver, v. 482, p. 21-25, Jun. 2010.
- BUMA F. E. et al. Functional neuroimaging studies on early upper limb recovery after stroke: a systematic review of the literature. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, Utrecht, v. 24, n. 7, p. 589-608, Sept. 2010.
- 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**, San Francisco, v. 17, n. 3, p. 176-191, Sept. 2003.
- CAREY, J. R. et al. Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke. **Brain**, Minnesota, v. 125, n. 4, p. 773-788, Apr. 2002.
- 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**, Minnesota, v. 21, n. 3, p. 216-232, May/June. 2007.
- 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**, Toulouse, v.22, n. 2, p. 154-165, Oct. 2007.
- 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**, St. Louis, v. 31, n. 12, p. 2984-2988, Dec. 2000.
- 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**, Birmingham, 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, Nov. 2008.
- LEIBOWITZ, N. et al. Automated measurement of proprioception following stroke. **Disability and Rehabilitation**, Raanana, v. 30, n. 24, p. 1829-1836, Aug. 2007.

LINDENBERG, R. et al. Bihemispheric brain stimulation facilitates motor recovery in chronic stroke patients. **Neurology**, Boston, v. 75, n. 24, p. 2176-2184, Dec. 2010.

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**, Colorado, v. 86, n. 9, p. 707-715, Sept . 2007.

MCDONNELL, M. N.; RIDDING M. C. Afferent stimulation facilitates performance on a novel motor task. **Experimental Brain Research**, Adelaide, v. 170, n. 1, p. 109-115, Mar. 2006.

MOSELEY A. M. et al. Evidence for physiotherapy practice: A survey for the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). **Australian Journal of Physiotherapy**, Sydney, 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**, Essen, v. 13, n. 6, p. 1146-1154, Jun. 2001.

PHYSIOTHERAPY EVIDENCE DATABASE. **Escala de PEDro**. Available in: <<http://www.pedro.org.au/portuguese/downloads/pedro-scale/>>. Access in: 25 may 2011.

RICHARDS L. G. et al. Movement-dependent stroke recovery: a systematic review and meta-analysis of TMS and fMRI evidence. **Neuropsychologia**, Florida, v. 46, n. 1, p. 3-11, Aug. 2007.

RING H.; ROSENTHAL N. Controlled study of neuroprosthetic functional electrical stimulation in sub-acute post-stroke rehabilitation. **Journal of Rehabilitation Medicine**, Tel Aviv, v. 37, n. 1, p. 32-36, Apr. 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. Conceituação, Epidemiologia e Prevenção Primária. In: **Diretrizes Brasileiras de Hipertensão, VI**. Rio de Janeiro: Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2010.

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**, Florida, v. 244, p. 89-95, Feb. 2006.

STINEAR, C. M. et al. Priming the motor system enhances the effects of upper limb therapy in chronic stroke. **Brain: a journal of neurology**, Auckland, v. 131, n. 5, p. 1381-1390, May. 2008.

YEN, C. et al. Gait training- induced change in corticomotor excitability in patients with chronic stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, Taipei, v. 22, n.1, p. 22-30, Jan./Feb. 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Atlas of Heart Disease and Stroke.**

Available in: <[http://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/resources/atlas/en/](http://www.who.int/cardiovascular_diseases/resources/atlas/en/)>. Access in: 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**, Taipei, v. 33, n. 6, p. 628-636, May. 2010.

ZIMMERMANN-SCHALATTER, A et al. Efficacy of motor imagery in post-stroke rehabilitation: a systematic review. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, Zurich, v. 5, n. 8, Mar. 2008.