SARAH BRITANE CARDOSO SANTANA

**USO DA CAIXA DE ESPELHO EM PACIENTES COM DIFERENTES
TRAUMAS NA MÃO: AVALIAÇÃO FUNCIONAL E ELETROMIOGRAFIA**

UBERABA

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Sarah Britane Cardoso Santana

**USO DA CAIXA DE ESPELHO EM PACIENTES COM DIFERENTES
TRAUMAS NA MÃO: AVALIAÇÃO FUNCIONAL E ELETROMIOGRAFIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, na área de concentração Educação Física, Esporte e Saúde (Linha de pesquisa Comportamento Motor e Análise do Movimento Humano), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Dr.^a Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes

Uberaba

2024

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

S223u	Santana, Sarah Britane Cardoso Uso da caixa de espelho em pacientes com diferentes traumas na mão: avaliação funcional e eletromiografia / Sarah Britane Cardoso Santana. -- 2024. 35 p. : tab. Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2024 Orientadora: Profa. Dra. Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes 1. Extremidade superior. 2. Terapia de espelho de movimento. 3. Eletro- miografia. 4. Amputação. 5. Traumatismos dos nervos periféricos. I. Fer- nandes, Luciane Fernanda Rodrigues Martinho. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.
	CDU 617.576

Sarah Britane Cardoso Santana

**USO DA CAIXA DE ESPELHO EM PACIENTES COM DIFERENTES
TRAUMAS NA MÃO: AVALIAÇÃO FUNCIONAL E ELETROMIOGRAFIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, na área de concentração Educação Física, Esporte e Saúde, na linha de pesquisa Comportamento Motor e Análise do Movimento Humano, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Dr.^a Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes

Aprovada em 12 de dezembro de 2024.

Banca Examinadora:

Dra. Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dra. Luciane Aparecida Pascucci Sande de Souza

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dra. Marisa de Cássia Registro Fonseca

Universidade de São Paulo Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

Para minha querida avó Hildete,

Em meio às conquistas e títulos que a vida me proporcionou, nenhum deles se compara ao orgulho que sinto em ser sua neta. O amor, a sabedoria e o carinho que recebo da minha família são a verdadeira herança que carrego com gratidão e alegria.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força, sabedoria e bênçãos ao longo de toda essa jornada.

À minha avó Hildete, que com seu amor me ensinou a ser resiliente e acreditar sempre no meu potencial.

À minha mãe Karine, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando em cada passo, com seu carinho incondicional.

Aos meus irmãos Matheus e João Marcos, pela parceria e incentivo constantes, tornando tudo mais leve.

À minha tia Maria Emília, pelo carinho e apoio inestimáveis ao longo dessa caminhada.

Ao meu marido Paulo Fernando, pelo amor, compreensão e por estar sempre ao meu lado, compartilhando comigo cada conquista.

À minha orientadora Luciane, pela orientação, conhecimento compartilhado e incentivo, sendo uma guia essencial nesse processo de crescimento acadêmico e pessoal.

Aos meus colegas Brenda, Lorena e Darlisson, pelo companheirismo, apoio e troca de ideias que tornaram essa jornada mais rica e significativa.

Aos meus professores da graduação, em especial Lidiana, Alessandra, Cintia, Gustavo e Fernanda, que plantaram as primeiras sementes do meu interesse e paixão pela Fisioterapia.

E, finalmente, à toda minha família e minhas amigas, por todo o amor e incentivo, que me deram força para seguir em frente.

“E sabemos que todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito.”

Romanos 8:28

RESUMO

Com intuito de explorar o uso da terapia com a caixa de espelho em disfunções dos membros superiores, foram elaborados dois artigos. O primeiro se trata de um relato de caso de um paciente do sexo masculino de 31 anos, onde Imagética Motora Graduada (GMI) demonstrou ser eficaz no alívio da dor fantasma. Esse estudo avaliou um protocolo fisioterapêutico centrado no usuário para dor fantasma, qualidade de vida, funcionalidade dos membros e ativação muscular em um amputado transradial, tanto imediatamente quanto 11 anos após a intervenção. As avaliações incluíram a Escala Analógica Visual (EVA), Questionário de Qualidade de Vida da Organização Mundial da Saúde, versão abreviada (WHOQOL-BREF), Deficiências do Braço, Ombro e Mão (DASH), a Classificação Internacional de Funcionamento (CIF) e a eletromiografia (EMG). Houve melhora em todos os itens avaliados imediatamente após a intervenção, e essa melhoria foi mantida após 11 anos. No segundo artigo, foi investigado a influência da dominância na ativação muscular durante a terapia com caixa de espelho. Foram avaliados 27 indivíduos destros e sinistros, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 30 anos e sem disfunções neuromusculares, por meio de um ensaio clínico randomizado. Utilizou-se eletromiografia para analisar a atividade dos músculos extensor radial e extensor ulnar do carpo em ambas as mãos durante a execução da extensão bilateral de punho, com uma mão posicionada dentro da caixa e a outra fora, visualizando o reflexo no espelho. A análise estatística mostrou maior ativação muscular na mão dominante em comparação à mão não dominante, tanto para o músculo extensor radial quanto para o extensor ulnar do carpo ($p < 0,05$). Os resultados mostram que a mão dominante apresenta resposta mais acentuada quando posicionada dentro da caixa de espelho, reforçando a hipótese de que a dominância pode influenciar a eficácia de protocolos de reabilitação envolvidos na terapia com espelho. Podemos concluir que a dominância do paciente pode influenciar o resultado terapêutico e que a personalização de protocolos considerando a dominância poderá potencializar a reabilitação motora.

Palavras-chave: Imagética Motora Graduada, eletromiografia de superfície, amputação transradial, lesão nervosa periférica, dor neuropática.

ABSTRACT

In order to explore the use of mirror box therapy in upper limb dysfunctions, two articles were prepared. The first is a case report of a 31-year-old male patient, where Graduated Motor Imaging (GMI) has been shown to be effective in relieving ghost pain. This study evaluated a user-centered physiotherapeutic protocol for phantom pain, quality of life, limb functionality and muscle activation in a transradial amputee, both immediately and 11 years after the intervention. The evaluations included the Visual Analogue Scale (VAS), WHOQOL-BREF, Arm, Shoulder and Hand Deficiencies (DASH), the International Classification of Functioning (ICF) and electromyography (EMG). There was improvement in all items evaluated immediately after the intervention, and this improvement was maintained after 11 years. In the second article, the influence of dominance on muscle activation during mirror box therapy was investigated. 27 right-handed and sinister individuals, of both sexes, aged between 18 and 30 years and without neuromuscular dysfunctions, were evaluated through a randomized clinical trial. Electromyography was used to analyze the activity of the radial extensor and ulnar extensor muscles of the carpus in both hands during the execution of the bilateral fist extension, with one hand positioned inside the box and the other outside, visualizing the reflection in the mirror. Statistical analysis showed greater muscle activation in the dominant hand compared to the non-dominant hand, both for the radial extensor muscle and for the ulnar extensor of the carpal, with statistical significance ($p < 0.05$). The results suggest that the dominant hand has a more pronounced response when positioned inside the mirror box, reinforcing the hypothesis that dominance may influence the effectiveness of rehabilitation protocols involved in mirror therapy. We can conclude that the dominance of the patient can influence the therapeutic outcome and that the customization of protocols considering dominance can enhance motor rehabilitation.

Keywords: Graduated Motor Imaging, surface electromyography, transradial amputation, peripheral nerve injury, neuropathic pain.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 - Objetivos gerais e protocolo fisioterapêutico

Tabela 2 - Escores do WHOQOL-BREF

Tabela 3 - Valores do RMS do músculo extensor radial longo do carpo

Tabela 4 - Resultados das categorias da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Classificação Internacional Breve de Conjunto Básico de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde para Condições das Mãos de Pacientes

ARTIGO 2

Tabela 1: Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Tabela 2: Estatística descritiva das variáveis de ativação eletromiográfica dos músculos ERC e EUC nas condições de mão dominante e mão não dominante dentro da caixa de espelho

Tabela 3: Teste t pareado dos valores de ativação muscular comparando as mãos dominante e não dominante

LISTA DE SIGLAS

ARTIGO 1

GMI - Imagética Motora Graduada

EVA - Escala Analógica Visual

WHOQOL-BREF - Questionário de Qualidade de Vida da Organização Mundial da Saúde, versão abreviada

DASH - Deficiências do Braço, Ombro e Mão

CIF - Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde

EMG - Eletromiografia

RMS - Root Mean Square

SENIAM - Eletromiografia de Superfície para Avaliação Não Invasiva de Músculos

ARTIGO 2

CNS: Conselho Nacional de Saúde

DP: Desvio-padrão

ERC: Extensor Radial do Carpo

EUC: Extensor Ulnar do Carpo

IDLE: Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo

RMS: Root Mean Square

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFTM: Universidade Federal do Triângulo Mineiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 ARTIGOS PRODUZIDOS	15
2.1 ARTIGO 1	15
2.2 ARTIGO 2	24
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

Na década de 1990, os neurologistas Ramachandran e Rogers-Ramachandran desenvolveram a terapia com a caixa de espelho como uma abordagem para aliviar a dor no membro fantasma em pacientes amputados. A técnica consiste em colocar um espelho de forma que o paciente visualize o reflexo de seu membro saudável na posição do membro amputado, criando a ilusão de que ambos os membros estão presentes. Essa simetria visual leva o cérebro a interpretar o membro ausente como se estivesse completo, o que pode contribuir para a diminuição da dor (Ramachandran e Rogers-Ramachandran, 1996).

Desde então, a terapia com a caixa de espelho tem se mostrado eficaz na reorganização neural e na recuperação funcional de pacientes que sofreram distúrbios neurológicos, como hemiparesia por acidente vascular cerebral, síndrome de dor regional complexa e lesões nervosas periféricas, como neuropatias e paralisias, onde a desconexão entre o cérebro e o membro lesionado provoca perda funcional e dor neuropática (Ramachandran e Altschuler, 2009).

Segundo Giroux e Sirigu (2003), o córtex motor primário pode sofrer alterações, mesmo quando os indivíduos apenas imaginam movimentos, que são percebidos como reais. Essa plasticidade cortical pode ser explicada pela visualização de movimentos de membros paralisados, que ajuda a restaurar uma imagem corporal comprometida após a lesão. Mesmo após danos periféricos, os comandos motores ainda podem ser gerados por áreas sensório-motoras que permanecem intactas, contribuindo para a sensação de membros fantasmas. Embora essa atividade cerebral não resulte em movimento físico, pode gerar uma discrepância entre as informações motoras e as sensações corporais, criando um sinal de erro que o cérebro utiliza para ajustar suas representações motoras e sensoriais. Assim, a técnica como a caixa de espelho pode trazer alívio para dor neuropática, distrofia simpática reflexa e ser benéfico na reabilitação de lesões nervosas

As amputações no membro superior podem ser classificadas conforme o nível como desarticulação do ombro, transumeral, desarticulação do cotovelo, transradial, desarticulação do punho e transcarpiana e são geralmente causadas por traumas, doenças vasculares e infecções (Brasil, 2013). Segundo dados do Ministério da Saúde, foram realizadas 1.458 amputações de membros superiores em 2023 pelo Sistema Único de Saúde (Sistema de Informações Hospitalares do SUS - SIH/SUS).

A dor fantasma, trata-se de uma dor neuropática comum após amputação de membros comumente relatada após a perda de outras partes do corpo, como mama, reto, nariz, olhos e dentes. Cerca de 5% a 10% dos pacientes necessitam de tratamento específico para essa dor (Nikolajsen e Jensen, 2000). As teorias que explicam a etiologia da dor do membro fantasma podem ser classificadas em três categorias: periférica, central e psicológica. A teoria periférica sugere que a dor é originada por sensações persistentes das terminações nervosas no coto, que o cérebro interpreta como provenientes das partes do corpo previamente inervadas pelos nervos cortados. Por outro lado, as teorias centrais focam nos mecanismos do sistema nervoso central como responsáveis pelo desenvolvimento dessa dor. Já as teorias psicológicas ajudam a explicar por que apenas uma parte dos amputados que sentem sensações fantasmas desenvolvem dor intensa (Postone, 1987).

Muitos estudos não fazem distinção entre dor no membro fantasma e sensação fantasma, já que a percepção do que é doloroso ou não é altamente subjetiva para cada amputado. A sensação de "formigamento" pode ser interpretada como indolor por um amputado, enquanto outro pode descrevê-la como dolorosa. Essa diversidade dificulta a determinação de se as variações nas classificações são devidas à interpretação das palavras ou à natureza da sensação (Hill, 1999). De acordo com MacIver et al. (2008), o cérebro humano possui uma capacidade notável de se adaptar e reorganizar suas conexões neurais em resposta a estímulos específicos, como exercícios de imaginação e prática mental e que, portanto, a plasticidade neural pode ser influenciada pela reorganização cortical após amputação.

A reabilitação de pacientes amputados envolve uma abordagem multidisciplinar para lidar com as complicações agudas e prevenir consequências adversas a longo prazo. Essas intervenções vão desde o manejo da dor fantasma, de queixas músculo esqueléticas secundárias até o tratamento de síndromes de uso excessivo. Também aborda transtornos de humor que possam influenciar a recuperação funcional do paciente. Estratégias para facilitar a reintegração social e a adaptação aos papéis de vida são igualmente importantes, assim como a avaliação farmacológica e/ou intervenção sintomática e a prescrição de próteses conforme necessário (Yoo, 2014).

Pacientes que sofrem dor no membro fantasma enfrentam diminuição na sua qualidade de vida. Esse impacto é sentido nas atividades diárias, principalmente entre os

adultos jovens (com idades entre 18 e 38 anos), associado a altos níveis de ansiedade. Por outro lado, pessoas idosas (com idades entre 60 e 80 anos) podem apresentar maior incidência de depressão relacionada à dor no membro fantasma. Além disso, as mudanças na percepção da imagem corporal decorrentes dessa condição têm um impacto no perfil psicossocial dos pacientes. Esses fatores prejudicam a adesão aos programas de reabilitação e comprometem os resultados funcionais esperados, influenciando negativamente a qualidade de vida geral desses indivíduos (Padovani, 2015).

De acordo com a literatura, a terapia com a caixa de espelho mostra resultados positivos desde as primeiras sessões, no alívio da intensidade e na frequência da dor fantasma, mostrando uma relação direta entre a inibição da reorganização cortical disfuncional do córtex somatossensorial primário e diminuição da atividade do córtex parietal inferior com a diminuição da dor fantasma (Foell et al., 2014).

Uma lesão nervosa periférica ocorre quando há danos nos nervos que transportam sinais entre o sistema nervoso central e as extremidades do corpo. Esses danos podem resultar de traumas, compressões, inflamações ou condições neurodegenerativas, levando a disfunções motoras e sensoriais, como paralisia, perda de sensibilidade e dor neuropática. A gravidade das lesões varia, podendo ir desde neuropraxia, que é uma compressão temporária, até neurotmeose, que envolve a lesão completa do nervo (Campbell, 2008).

A terapia com espelho pode reduzir a dor em pacientes com lesões nervosas periféricas por meio da ativação de mecanismos de modulação da dor no sistema nervoso central (Moseley, 2007). Estudos em neuroimagem mostram que a terapia pode ativar áreas motoras e somatossensoriais, promovendo a recuperação funcional e a diminuição da dor, mostrando que a reorganização cortical pode ser facilitada por meio da caixa de espelho (Flor, 2002).

2. ARTIGOS PRODUZIDOS

2.1 ARTIGO 1

EFEITO IMEDIATO E FOLLOW-UP DE 11 ANOS DE UM PROTOCOLO FISIOTERAPÊUTICO ASSOCIADO A IMAGÉTICA MOTORA GRADUADA EM UM PACIENTE AMPUTADO TRANSRADIAL: RELATO DE CASO

RESUMO

A Imagética Motora Graduada (GMI) demonstrou ser eficaz no alívio da dor fantasma, sendo uma opção simples e acessível. Este estudo avaliou um protocolo fisioterapêutico centrado no usuário para dor fantasma, qualidade de vida, funcionalidade dos membros e ativação muscular em um amputado transradial, tanto imediatamente quanto 11 anos após a intervenção. Um homem de trinta e um anos foi submetido a um protocolo fisioterapêutico com GMI e exercícios específicos e globais. As avaliações incluíram a Escala Analógica Visual (EVA), Questionário de Qualidade de Vida Organização Mundial da Saúde WHOQOL-BREF, Deficiências do Braço, Ombro e Mão (DASH), a Classificação Internacional de Funcionamento (CIF) e a eletromiografia (EMG). Houve melhora em todos os itens avaliados imediatamente após a intervenção, e essa melhoria foi mantida após 11 anos.

Palavras-chave: terapia do espelho, neuroplasticidade, reorganização cortical, ativação muscular

INTRODUÇÃO

A dor no membro fantasma afeta cerca de 60% dos amputados (Limakatso et al., 2020), ligada a alterações sensório-motoras e reorganização cerebral (Raffin, 2021). Terapias visuais e proprioceptivas, como a terapia da caixa de espelho, mostraram resultados promissores na redução da dor, promovendo a reorganização cortical (Raffin, 2021). A Imagética Motora Graduada (GMI), uma abordagem baseada na neuroplasticidade, inclui três fases: reconhecimento de lateralidade, imaginação motora e terapia de caixa de espelho. Este último cria uma ilusão visual que alivia a dor e auxilia

na recuperação funcional (Priganc; Stralka, 2011). O GMI é econômico, fácil de aplicar e pode ser feito em casa, tornando-o uma opção viável para amputados (Limakatso et al., 2020). Pacientes com dor fantasma têm uma qualidade de vida significativamente menor, tornando essenciais intervenções eficazes. Este estudo teve como objetivo avaliar os resultados de um protocolo fisioterapêutico centrado no usuário para dor fantasma, qualidade de vida, funcionalidade residual dos membros e ativação muscular em um paciente amputado transradial, imediatamente após a intervenção e também em um acompanhamento 11 anos depois.

DESCRIÇÃO DO CASO

Paciente masculino, 31 anos, com a mão direita, sofreu um acidente de trabalho em 2013 que resultou na amputação do terço distal de seu antebraço direito. Após a alta do hospital, ele foi encaminhado para acompanhamento ambulatorial. Na primeira consulta, um mês após a alta hospitalar, ele relatou sintomas de dor fantasma. Ele apresentou diminuição da força muscular no membro superior direito (grau 4) e trofismo reduzido. Ele foi então incluído em um protocolo de reabilitação associado ao GMI. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Triângulo Mineiro número 4.339.430/2020 e CAAE: 32351420.5.000.5154. O participante assinou um formulário de consentimento informado antes de entrar no estudo. Os autores aderiram às diretrizes CARE (diretrizes de Relato de Caso) na preparação deste relato de caso.

INTERVENÇÃO

O protocolo, incluindo o GMI, foi personalizado para o paciente (Tabela 1), ele relatou uma sensação de “dor de dedos pressionando a palma da mão” quando tentou remover a mão da máquina durante o acidente, que ainda estava presente. Na terceira fase da GMI (terapia de caixa de espelho), o foco principal foi recriar esse cenário doloroso. O paciente foi orientado a reviver a experiência apertando a mão contralateral com força máxima, simulando a dor, seguida pela extensão completa do dedo, que proporcionou alívio imediato. Essa abordagem teve como objetivo interromper o ciclo da dor, confrontando a memória dolorosa, permitindo que o paciente observasse a mão preservada no espelho, transferindo sensações de alívio para o membro fantasma.

Tabela 1 - Objetivos gerais e protocolo fisioterapêutico

Objetivos	Protocolo fisioterapêutico individualizado
Prevenir a aderência da cicatriz na pele e a remodelação da cicatriz	Massagem cicatricial no coto
Promover o modelamento do coto	Enfaixamento compressivo do coto
Melhorar a reorganização cortical e diminuir dor fantasma	Imagética motora graduada
Ganhar / manter força muscular	Fortalecimento de tríceps e bíceps Fortalecimento de pronadores e supinadores Fortalecimento de abdutores e adutores de ombro Fortalecimento de flexores e extensores de punho Fortalecimento de tronco Fortalecimento da cintura escapular
Proporcionar apoio psicológico	Vivência com outro paciente com amputação semelhante

Fonte: os autores

PROCEDIMENTOS E MEDIDAS

A avaliação do estudo foi baseada em domínios do conjunto central da Classificação Internacional de Funcionamento, Deficiência e Saúde (CIF) para condições das mãos (Kus; Oberhauser; Cieza, 2012). Os instrumentos utilizados foram a Escala Analógica Visual (EVA) (Huskisson, 1974), para avaliar a dor fantasma, relacionada à estrutura e ao domínio da função (b) da CIF; WHOQOL-BREF (Whoqol Group, 1998) para avaliar a qualidade de vida ligada ao domínio de participação (d) e (e); DASH (Deficiências do Braço, Ombro e Mão) (Hudak; Amadio; Bombardier, 1996) na avaliação da funcionalidade do membro superior, associada aos domínios de estrutura e função (b) e atividade (d) e a eletromiografia (EMG) (Hermens et al., 2000) para medir a atividade muscular durante os exercícios, associados aos domínios de estrutura e função (b).

Dados relacionados à dor, qualidade de vida e função dos membros superiores foram avaliados imediatamente após a intervenção fisioterapêutica e também após 11 anos. A atividade eletromiográfica do músculo extensor radial do carpo foi avaliada

durante a aplicação da técnica da caixa de espelho, dentro do período de intervenção fisioterapêutica. A atividade eletromiográfica foi avaliada usando o equipamento MyoSystem-Br® (Datahominis Tecnologia, São Paulo, SP, Brasil), e o parâmetro utilizado foi o Root Mean Square (RMS), pois uma tarefa de extensão de pulso isométrica foi realizada. A posição dos eletrodos foi determinada seguindo o protocolo padrão internacional SENIAM - Eletromiografia de superfície para avaliação não invasiva de músculos (Hermens et al., 2000).

RESULTADOS

Os resultados deste estudo demonstraram, após intervenção terapêutica, uma redução na dor fantasma de 7 para 1 na EVA e no acompanhamento realizado 11 anos após o início da terapia, o paciente relatou completa ausência de dor. A avaliação da qualidade de vida realizada pelo WHOQOL-BREF indicou progresso nos domínios de Relações Sociais e Meio Ambiente após a intervenção, sugerindo um impacto positivo da reabilitação no bem-estar social e emocional do paciente. No entanto, os domínios Físico e Psicológico mostraram uma ligeira regressão no acompanhamento, possivelmente refletindo os desafios contínuos associados à amputação (Tabela 2).

Tabela 2 – Escores do WHOQOL-BREF

Domínio	Antes do protocolo	Após o protocolo	Follow-up 11 anos
Físico	3.71	4	3.71
Psicológico	4	4.17	3.83
Relações Sociais	4.33	5	5
Meio Ambiente	3.63	4.25	4

Interpretação: necessita melhorar (1 até 2,9); regular (3 até 3,9); boa (4 até 4,9) e muito boa (5).

Fonte: os autores

A pontuação DASH mostrou menos disfunção residual do membro, com uma redução de 18,33% para 9,16%, classificando a funcionalidade como excelente. O

paciente relatou maior facilidade na realização de atividades diárias, como lavar e se vestir, de acordo com os critérios da CIF.

A eletromiografia não foi repetida no acompanhamento de 11 anos devido à dificuldade de reprodutibilidade no posicionamento dos eletrodos no membro amputado, devido a mudanças nas características do coto. Uma ativação 336% maior foi observada no membro amputado em comparação com o membro contralateral durante a tarefa de extensão isométrica do pulso realizada com a técnica da caixa de espelho (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores do RMS do músculo extensor radial longo do carpo

Tarefa	Membro	RMS	% de ativação
Caixa de espelho	Amputado	188,07	335,90%
	Contralateral	55,99	

RMS = root mean square

Fonte: os autores

As categorias de CIF foram analisadas antes e depois da intervenção fisioterapêutica, bem como no acompanhamento (Tabela 4). Esses dados indicam melhorias duradouras nas funções corporais, atividades diárias e apoio social, sugerindo um efeito positivo e sustentado na intervenção terapêutica.

Tabela 4 - Resultados das categorias da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Classificação Internacional Breve de Conjunto Básico de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde para Condições das Mãos de Pacientes

Terminologia da CIF	Antes da caixa de espelho	Depois da caixa de espelho	Atualmente
Função emocional	b152.2	b152.0	b152.0
Imagem corporal	b1801.4	b1801.0	b1801.0
Função tátil	b265.3	b265.1	b265.0
Sensação de dor	b28014.4	b28014.0	b28014.0
Funções reparadoras da pele	b820.1	b820.0	b820.0
Estrutura do antebraço	s7301.321	s7301.321	s7301.321
Estrutura da mão	s7302.411	s7302.411	s7302.411
Aprender a escrever	d1450.4	d1450.4	d1450.0
Levantar e carregar objetos	d4301.4	d4301.4	d4301.4
Uso fino da mão	d440.4	d440.4	d440.4
Uso da mão e do braço	d445.4	d445.4	d445.4
Lavar-se	d510.2	d510.2	d510.0

Cuidado das partes do corpo	d520.2	d520.2	d520.0
Vestir	d540.2	d540.2	d540.0
Comer	d550.2	d550.2	d550.0
Beber	d560.2	d560.2	d560.0
Preparação de refeições	d640.3	d640.3	d640.1
Realizando tarefas domésticas	d640.3	d640.3	d640.1
Educação superior	d830.2	d830.2	d830.0
Procurar emprego	d8450.3	d8450.3	d8450.3
Produtos e tecnologia para mobilidade e transporte pessoal interno e externo			e120+4
Família imediata	e310+4	e310+4	e310+4
Amigos	e320+4	e320+4	e320+4
Profissionais da saúde	e355+4	e355+4	
Atitudes individuais de familiares imediatos	e410+4	e410+4	e410+4
Atitudes individuais de amigos	e420+4	e420+4	e420+4
Atitudes individuais dos profissionais de saúde	e450+4	e450+4	
Serviços, sistemas e políticas de saúde	e580+4	e580+4	

Todos os itens não avaliados indicam nenhuma dificuldade de acordo com os Core Sets para Condições de Mão da CIF.

Fonte: os autores

DISCUSSÃO

Podemos observar que a intervenção fisioterapêutica centrada no paciente apresentou melhora da dor fantasma e promoveu um aumento na qualidade de vida e na capacidade funcional. A dor fantasma, inicialmente alta, foi efetivamente reduzida após a terapia da caixa de espelho, e o alívio da dor foi sustentado após 11 anos. Ramadugu et al. (2017) indicam que a terapia da caixa de espelho é eficiente para o tratamento da dor fantasma, independentemente de sua intensidade, duração ou frequência, e que o alívio da dor melhora a qualidade de vida dos pacientes.

Os dados do WHOQOL-BREF mostraram progresso nos domínios de relações sociais e meio ambiente, relacionados ao apoio social, amigos e profissionais de saúde, como avaliado pela CIF, indicando que o paciente recebeu apoio contínuo e estável. No entanto, as pontuações físicas e psicológicas apresentaram pequeno aumento após as

intervenções e regrediram durante o acompanhamento, sugerindo que as limitações físicas e psicológicas da amputação ainda impactam a qualidade de vida do paciente.

A redução nas pontuações do DASH indica menor incapacidade funcional do membro superior. Tarefas semelhantes também foram avaliadas pela CIF com base em atividades e participação individuais, como "aprender a escrever", "lavar", "cuidados com o corpo", "vestir-se", "comer" e "beber", que melhoraram após a intervenção e foram mantidas durante o acompanhamento. Para atividades mais complexas, como "preparar refeições" e "realização de tarefas domésticas", melhorias foram observadas apenas no acompanhamento. No entanto, o item relacionado à estrutura do antebraço e da mão, bem como tarefas que envolvem o uso da mão, permaneceu inalterado em todas as avaliações. Isso pode ser atribuído, em parte, à incapacidade do paciente de se adaptar à prótese (domínio "e" da CIF).

A dificuldade de adaptação ocorreu porque o Sistema Único de Saúde (SUS) disponibilizou a prótese mecânica dois anos após o trauma. Como o paciente já estava adaptado para realizar atividades com o membro amputado, ele não conseguiu se adaptar ao uso da prótese. O uso adequado de próteses, especialmente uma mioelétrica, poderia ter contribuído para uma recuperação mais efetiva, principalmente a longo prazo. A CIF melhora a comunicação entre profissionais e oferece uma avaliação abrangente, útil para objetivos personalizados na reabilitação (Alford et al., 2015), e seu uso em avaliações e discussões multidisciplinares otimiza a recuperação funcional dos pacientes (Kinoshita et al., 2020).

Maior ativação muscular foi encontrada no membro amputado em comparação com o membro contralateral, o que pode ser atribuído ao feedback visual. Isso sugere que a terapia da caixa de espelho pode induzir uma reabilitação mais eficaz do membro residual, ajudando na reorganização cortical e na redução da dor fantasma. No estudo de Nishi et al. (2024), observou-se que a terapia espelhada pode ser uma ferramenta eficaz para prevenir alterações plásticas no sistema nervoso central associadas à dor e que a caixa de espelho pode preservar a excitabilidade cortical.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o protocolo de intervenção fisioterapêutica associado ao GMI promoveu o alívio da dor fantasma, a melhoria da qualidade de vida e da funcionalidade. A terapia da caixa de espelho promoveu uma maior ativação muscular no membro amputado, destacando seu valor como ferramenta terapêutica.

CONFLITOS DE INTERESSE

Não há conflitos de interesse.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao paciente deste estudo. Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001

REFERÊNCIAS

ALFORD, V. M.; EWEN, S.; WEBB, G. R. et al. The use of the International Classification of Functioning, Disability and Health to understand the health and functioning experiences of people with chronic conditions from the person perspective: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*, v. 37, n. 8, p. 655–666, 2015. DOI: 10.3109/09638288.2014.935875.

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KLUG, C.; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 10, n. 5, p. 361–374, 2000. DOI: 10.1016/s1050-6411(00)00027-4.

HUDAK, P. L.; AMADIO, P. C.; BOMBARDIER, C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 29, n. 6, p. 602–608, 1996. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L.

HUSKISSON, E. C. Measurement of pain. *The Lancet*, v. 2, n. 7889, p. 1127–1131, 1974. DOI: 10.1016/s0140-6736(74)90884-8.

KINOSHITA, S.; ABO, M.; OKAMOTO, T. Effectiveness of ICF-based multidisciplinary rehabilitation approach with serial assessment and discussion using the ICF rehabilitation set in a convalescent rehabilitation ward. *International Journal of Rehabilitation Research*, v. 43, n. 3, p. 255–260, 2020. DOI: 10.1097/MRR.0000000000000421.

KUS, S.; OBERHAUSER, C.; CIEZA, A. Validation of the brief International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) core set for hand conditions. *Journal of Hand Therapy*, v. 25, n. 3, p. 274–286, 2012. DOI: 10.1016/j.jht.2012.02.003.

LIMAKATSO, K.; BEDWELL, G. J.; MADDEN, V. J.; PARKER, R. The prevalence and risk factors for phantom limb pain in people with amputations: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, v. 15, n. 10, p. e0240431, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0240431.

LIMAKATSO, K.; MADDEN, V. J.; MANIE, S.; PARKER, R. The effectiveness of graded motor imagery for reducing phantom limb pain in amputees: a randomised controlled trial. *Physiotherapy*, v. 109, p. 65–74, 2020. DOI: 10.1016/j.physio.2019.06.009.

NISHI, K.; MORIUCHI, T.; OKAMURA, R. et al. Mirror therapy reduces pain and preserves corticomotor excitability in human experimental skeletal muscle pain. *Brain Sciences*, v. 14, n. 3, p. 206, 2024. DOI: 10.3390/brainsci14030206.

PRIGANC, V. W.; STRALKA, S. W. Graded motor imagery. *Journal of Hand Therapy*, v. 24, n. 2, p. 164–168, 2011. DOI: 10.1016/j.jht.2010.11.002.

RAFFIN, E. The various forms of sensorimotor plasticity following limb amputation and their link with rehabilitation strategies. *Revue Neurologique (Paris)*, v. 177, n. 9, p. 1112–1120, 2021. DOI: 10.1016/j.neurol.2021.09.003.

RAMACHANDRAN, V. S.; ROGERS-RAMACHANDRAN, D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 263, n. 1369, p. 377–386, 1996. DOI: 10.1098/rspb.1996.0058.

RAMADUGU, S.; NAGABUSHNAM, S. C.; KATUWAL, N.; CHATTERJEE, K. Intervention for phantom limb pain: A randomized single crossover study of mirror therapy. *Indian Journal of Psychiatry*, v. 59, n. 4, p. 457–464, 2017. DOI: 10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry_259_16.

WHOQOL GROUP. Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. *Psychological Medicine*, v. 28, n. 3, p. 551–558, 1998. DOI: 10.1017/s0033291798006667.

2.2 ARTIGO 2

**INFLUÊNCIA DA DOMINÂNCIA MANUAL NA ATIVAÇÃO MUSCULAR
DURANTE A TERAPIA COM A CAIXA DE ESPELHO: ESTUDO
TRANSVERSAL COMPARATIVO**

RESUMO

Este estudo investiga a influência da dominância na ativação muscular durante a terapia com caixa de espelho. A técnica fundamentada na neuroplasticidade, promove a reorganização cortical através da ilusão visual de movimento e é amplamente utilizada na reabilitação de amputados e pacientes com comprometimento neuromotor. Foram avaliados 27 indivíduos destros e sinistros, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 30 anos e sem disfunções neuromusculares, por meio de um ensaio clínico randomizado. Utilizou-se eletromiografia para analisar a atividade dos músculos extensor radial e extensor ulnar do carpo em ambas as mãos durante a execução da extensão bilateral de punho, com uma mão posicionada dentro da caixa e a outra fora, visualizando o reflexo no espelho. A análise estatística mostrou maior ativação muscular na mão dominante em comparação à mão não dominante, tanto para o músculo extensor radial quanto para o extensor ulnar do carpo, com significância estatística ($p < 0,05$). Os resultados sugerem que a mão dominante apresenta uma resposta mais acentuada quando posicionada dentro da caixa de espelho, reforçando a hipótese de que a dominância pode influenciar a eficácia de protocolos de reabilitação envolvidos na terapia com espelho. Conclui-se que a dominância do paciente pode influenciar o resultado terapêutico e que a personalização de protocolos considerando a dominância poderá potencializar a reabilitação motora.

Palavras-chaves: eletromiografia de superfície; lesão nervosa periférica; membro superior

INTRODUÇÃO

A terapia com a caixa de espelho é fundamentada na neuroplasticidade e promove a reorganização cortical através da ilusão visual de movimento (Ramachandran e Rogers-Ramachandran, 1996). Originalmente criada para reabilitação de pacientes amputados, estudos mostram que essa técnica facilita também a recuperação motora induzindo efeitos positivos em pacientes pós acidente vascular cerebral (Thieme et al., 2018) e em pacientes que sofreram lesões nervosas periféricas (Chen et al., 2022).

O controle ipsilateral ocorre de forma cruzada entre os hemisférios cerebrais: o hemisfério direito controla a metade esquerda do corpo, enquanto o hemisfério esquerdo controla a metade direita. A predominância funcional de um dos hemisférios define a lateralidade: quando o hemisfério esquerdo é dominante, o indivíduo é destro, já quando o direito é dominante, o indivíduo é sinistro. No entanto, a organização cerebral dos destros e canhotos difere, refletindo em variações no desenvolvimento neurológico e nos territórios neurossensoriais e motores de cada lado (Pacher e Fischer, 2009).

Se os estímulos visuais podem impactar o controle motor de maneira diferente entre as mãos dominante e não dominante, podemos otimizar os protocolos de reabilitação, contribuindo para a compreensão da ativação muscular em função da dominância. Portanto, o presente estudo teve como objetivo verificar se existe diferença na ativação muscular entre a mão dominante e a mão não dominante quando estão posicionadas dentro da caixa de espelho.

METODOLOGIA

Desenho do estudo:

Este estudo consiste em um estudo transversal comparativo. Todos os voluntários foram informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme resolução nº 506/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, com parecer número 5.142.580 e CAAE 52263121.1.0000.5154.

Sujeitos e local da pesquisa:

Foram selecionados 27 indivíduos, de ambos os sexos, destros e sinistros, com idade entre 18 e 30 anos, com ausência de disfunções neuromusculares e musculoesqueléticas dos membros superiores. As coletas foram realizadas no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABICOM) do departamento de Fisioterapia Aplicada da UFTM. Para a avaliação da dominância foi utilizado o Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (IDLE) (OLDFIELD, 1971).

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos da pesquisa

		Média (DP ou %)	
		Destros (n=15)	Sinistros (n=12)
Idade		23 (2)	25 (5)
Sexo	Feminino	9 (60%)	7 (58,33%)
	Masculino	6 (40%)	5 (41,67%)

Critérios de inclusão e exclusão:

Os critérios de inclusão do estudo foram a ausência de disfunções neuromusculares e musculoesqueléticas nos membros superiores, ausência de traumas prévios nessa região e a não realização de treinamento de força para os membros superiores nos últimos seis meses, a fim de garantir a homogeneidade da amostra e minimizar possíveis variáveis de confusão. Foram excluídos indivíduos classificados como ambidestros, segundo o Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (OLDFIELD, 1971), e aqueles que relataram desconforto ao olhar o espelho durante a coleta de dados, evitando interferências que pudessem comprometer a precisão dos resultados ou a participação plena dos sujeitos.

Equipamento:

Foi utilizado um eletromiógrafo computadorizado projetado de acordo com normas internacionais (MyosystemBr1 P84 / DataHominis Tecnologia Ltda., Uberlândia, MG, Brasil), que apresenta impedância de entrada de 1015 Ohms, conversor analógico/digital com resolução de 16 bits, filtros Butterworth e bateria recarregável.

Antes da colocação dos eletrodos, realizou-se a raspagem dos pelos na área, seguida do desengorduramento com álcool 70% e da abrasão da pele com uma lixa fina, para evitar a impedância. Foram utilizados eletrodos reutilizáveis fixados com faixa de velcro, colocados no grupo muscular a ser analisado, posicionados de forma adjacente entre si e paralelos em relação à fibra muscular, como preconizado pelo protocolo SENIAM (HERMENS et al., 2000). O eletrodo de referência foi posicionado no manúbrio do esterno. E após o posicionamento dos eletrodos, foi realizada uma coleta em repouso por 20 segundos para verificar a presença de ruídos eletromagnéticos.

Para a realização das tarefas, os voluntários foram posicionados sentados confortavelmente em uma cadeira, em frente a uma mesa de madeira com altura de 74 cm e superfície de 60 x 40 cm. Os pés estavam apoiados no chão e os joelhos a noventa graus, com a caixa de espelho sobre a mesa. Os antebraços foram posicionados em pronação sobre a mesa, com uma das mãos dentro da caixa e a outra do lado de fora. Os voluntários foram orientados a olhar para o espelho durante toda a execução da tarefa. A caixa de espelho possui as seguintes características: superfície do espelho de 39 cm (base) x 35 cm (altura) e volume de movimentação da mão dentro da caixa de 25,5 cm (profundidade) x 39 cm (altura) x 35 cm (largura).

Os sujeitos foram orientados a realizarem a extensão do punho bilateralmente, sempre olhando para a imagem refletida no espelho. Cada tarefa foi realizada com 1 série de 3 repetições, com 10 segundos de repouso entre as repetições e manutenção de 5 segundos de contração isométrica, totalizando 55 segundos coletados de atividade eletromiográfica. Os comandos verbais eram padronizados por meio de um comando de voz gravado, o qual foi utilizado de forma uniforme para todos os voluntários durante a realização das coletas. As coletas foram realizadas tanto com a mão dominante quanto com a mão não dominante dentro da caixa, permitindo analisar a atividade eletromiográfica em ambas as condições. Todas as coletas, de um mesmo voluntário, foram realizadas em um único dia, sendo provenientes de um único posicionamento dos eletrodos para coleta simultânea da atividade eletromiográfica.

Os arquivos de dados gerados pelo software do programa do MyosystemBr1, foram processados e analisados por uma rotina no programa Matlab® (The MathWorks Inc., USA) versão R2015a. Foram analisados os valores do Root Mean Square (RMS) normalizados (%) pelos dados do RMS de uma tarefa de contração isométrica voluntária máxima (CIVM). Para a estatística foi analisada a média de três contrações. A partir disto,

os dados obtidos no programa Matlab® normalizados, foi criado um banco numérico contendo cada coleta do trabalho proposto. Um recorte foi realizado para este trabalho, e os dados foram organizados seguindo uma planilha no software Microsoft® Excel 365 (2019).

Procedimentos:

Os voluntários passaram por uma avaliação que incluía a coleta de dados pessoais como nome, idade, data de nascimento, entre outros. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes das coletas. Os músculos escolhidos para a avaliação foram o extensor radial do carpo (ERC) e o extensor ulnar do carpo (EUC), analisados simultaneamente em ambos os lados. Devido à sua relação anatômica e funcional, os músculos extensores radial longo e curto do carpo foram avaliados conjuntamente. Para desenvolvimento deste artigo, foram processados os dados brutos no Laboratório de Desempenho Neuro-músculo-esquelético e Postura (LADENMP) do Departamento de Fisioterapia Aplicada da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

Análise estatística:

Os dados foram submetidos a análise descritiva e inferencial com nível de significância de 5%. Para estatística descritiva foram calculados os valores de média e desvio padrão. Na análise estatística inferencial, para verificação da normalidade foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. E após a verificação de normalidade, foi utilizado o teste T-student para amostras dependentes para comparar a mão dominante e mão não dominante. Os dados foram processados por meio do programa *Jamovi* versão 2.3.28.

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis de ativação eletromiográfica dos músculos extensor radial do carpo e extensor ulnar do carpo para ambas as condições de mão dominante e mão não dominante dentro da caixa de espelho. Foram calculados valores de média e desvio-padrão. Os resultados descritivos mostram

maior ativação muscular na mão dominante em comparação à mão não dominante, tanto para o músculo extensor radial quanto para o músculo extensor ulnar do carpo.

Tabela 2 - Estatística descritiva (n=27)

	Média	Desvio-padrão
RMS ERC MD	72.8	19.5
RMS ERC MND	64.5	23.5
RMS EUC MD	77.6	27.3
RMS EUC MND	47.5	28.3

RMS ERC MD - Root Mean Square Extensor Radial do Carpo mão dominante

RMS ERC MND - Root Mean Square Extensor Radial do Carpo mão não dominante

RMS EUC MD - Root Mean Square Extensor Ulnar do Carpo mão dominante

RMS EUC MD - Root Mean Square Extensor Ulnar do Carpo mão não dominante

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados relativos as diferenças na ativação eletromiográfica entre a mão dominante e a mão não dominante dentro da caixa de espelho, para ambos os músculos (ERC e EUC). Os resultados indicaram que as diferenças entre os valores de RMS para o ERC ($W = 0,954$, $p = 0,262$) e o EUC ($W = 0,958$, $p = 0,324$) dentro da caixa de espelho não violam o pressuposto de normalidade. Com base nisso, foi possível utilizar o Teste t pareado para a análise inferencial, já que os valores de p foram maiores que 0.05, indicando que as diferenças seguem uma distribuição normal.

Os resultados da análise inferencial indicam que a mão dominante, quando posicionada dentro da caixa de espelho, apresenta ativação muscular maior, tanto para os músculos extensor radial quanto para o extensor ulnar do carpo, em comparação à mão não dominante (Tabela 3). Para o músculo ERC, a diferença média foi de 8,29 ($p = 0,033$), indicando ativação muscular significativamente maior na mão dominante. Da mesma forma, para o músculo EUC, a diferença foi ainda mais expressiva, com uma média de 30,05 ($p < 0,001$), confirmando que a mão dominante também apresentou maior ativação para esse músculo em comparação à mão não dominante.

Tabela 3 - Teste t para amostras pareadas

	Estatística	gl	p	Diferença média	Erro- padrão da diferença	Intervalo de Confiança 95%	
						Lim. Inferior	Superior
RMS ERC MD versus MND	2.26	26.0	0.033	8.29	3.67	0.743	15.8
RMS EUC MD versus MND	3.83	26.0	<.001	30.05	7.84	13.942	46.2

RMS ERC MD - Root Mean Square Extensor Radial do Carpo mão dominante

RMS ERC MND - Root Mean Square Extensor Radial do Carpo mão não dominante

RMS EUC MD - Root Mean Square Extensor Ulnar do Carpo mão dominante

RMS EUC MND - Root Mean Square Extensor Ulnar do Carpo mão não dominante

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicaram maior ativação muscular na mão dominante em comparação à mão não dominante durante o uso da caixa de espelho. Essa diferença foi observada tanto nos músculos extensores radial quanto ulnar do carpo, reforçando a hipótese de que a dominância pode influenciar na ativação muscular em contexto terapêutico envolvendo a terapia com a caixa de espelho, com resposta mais acentuada nos músculos da mão dominante.

Os resultados de Furukawa et al. (2012), mostraram que, durante a tarefa de desenhar círculos, a atividade muscular da mão dominante permaneceu constante, enquanto a mão não dominante apresentou um aumento significativo na ativação muscular quando os participantes puderam ver sua imagem refletida no espelho, o que sugere que a visualização do movimento pode estimular mais a mão não dominante. Por outro lado, no presente estudo, foi observado que a ativação muscular foi maior na mão dominante durante a extensão de punho com a caixa de espelho, indicando que a percepção visual, favorece a mão que os participantes consideram mais funcional. Essa diferença entre os estudos pode sugerir que a dominância manual influencia a resposta muscular de maneiras variadas, dependendo da tarefa específica e do contexto de reabilitação.

Os resultados do presente estudo podem ser comparados aos de uma pesquisa que investigou o efeito da terapia com caixa de espelho em pacientes com lesão do nervo

radial, realizado com uma amostra de quatro pacientes. Foi observado que os músculos do lado lesionado apresentaram maior ativação em comparação ao lado contralateral. Houve ativação muscular no membro em repouso enquanto o membro contralateral realizava a tarefa ativa, mostrando influência do feedback visual na facilitação da atividade muscular do lado afetado (Pelet et al., 2014). Isso reforça a ideia de que a terapia com caixa de espelho pode aumentar a resposta muscular mesmo em áreas com comprometimento neurológico.

Na prática clínica, os resultados desse estudo mostram que ao considerar a dominância do paciente quando aplicada a terapia com a caixa de espelho, os indivíduos que sofreram lesão na mão ~~nao~~ dominante podem se beneficiar dessa estratégia para promover maior recrutamento muscular nessa mão, equilibrando a recuperação.

Embora esse estudo tenha gerado dados importantes, algumas limitações devem ser consideradas. Primeiramente, a amostra é composta por indivíduos jovens e saudáveis, o que pode limitar a aplicabilidade dos resultados para outras populações, como idosos. O estudo se restringiu à análise de dois músculos extensores do carpo, poderia ampliar a análise para incluir outros grupos musculares, como flexores do punho ou músculos do antebraço, permitiria uma visão mais abrangente dos efeitos da terapia com a caixa de espelho. Também poderia incluir tarefas variadas, com diferentes demandas motoras e cognitivas, seria importante para verificar se a dominância influencia a ativação muscular em diferentes contextos.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram uma maior ativação muscular na mão dominante em comparação à mão não dominante para ambos os músculos analisados. Essa diferença na ativação muscular entre as mãos reflete a influência da dominância sobre a resposta muscular dentro da caixa de espelho. A mão dominante, devido à sua maior ativação, pode ter um papel relevante em terapias baseadas em feedback visual, como a terapia com caixa de espelho, amplificando seus benefícios em pacientes que necessitam de reabilitação motora.

RECONHECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

CONFLITOS DE INTERESSES

Não há conflitos de interesses.

REFERÊNCIAS

CHEN, Y. H.; SIOW, T. Y.; WANG, J. Y.; LIN, S. Y.; CHAO, Y. H. Greater cortical activation and motor recovery following mirror therapy immediately after peripheral nerve repair of the forearm. *Neuroscience*, v. 481, p. 123-133, 2022. doi:10.1016/j.neuroscience.2021.11.048.

FURUKAWA, K.; SUZUKI, H.; FUKUDA, J. Motion of the drawing hand induces a progressive increase in muscle activity of the non-dominant hand in Ramachandran's mirror-box therapy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 44, n. 11, p. 939-943, 2012. doi:10.2340/16501977-1048.

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KLUG, C.; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, v. 10, n. 5, p. 361-374, 2000. doi:10.1016/s1050-6411(00)00027-4.

OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, v. 9, n. 1, p. 97-113, 1971. doi:10.1016/0028-3932(71)90067-4.

PACHER, Luciana Andréia Gadotti; FISCHER, Julianne. Lateralidade e Educação Física. Associação Educacional Leonardo da Vinci – ASSELEVI, Instituto Catarinense de Pós-Graduação, 2009. Disponível em: <https://atividadeparaeducacaoespecial.com/wp-content/uploads/2014/07/LATERALIDADE-E-EDUCA%C3%87%C3%83O-FISICA.pdf>

PELET, D. C. S.; MORAES, D. F. de; LUIZ, L. M. D.; FREITAS, A. M.; SILVA, M. B.; BERTONCELLO, D.; FERNANDES, L. F. R. M.; SOARES, A. B. Efeito da técnica do espelho na atividade muscular dos extensores do punho após lesão do nervo

radial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB, 2014. p. 1796-1799. ISSN 2359-3164.

RAMACHANDRAN, Vilayanur S.; ROGERS-RAMACHANDRAN, Diane.
Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, v. 263, n. 1369, p. 377-386, 1996.

THIEME, H.; MORKISCH, N.; MEHRHOLZ, J.; et al. Mirror therapy for improving motor function after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews, v. 7, n. 7, CD008449, 2018. Publicado em 11 jul. 2018. doi:10.1002/14651858.CD008449.pub3.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, os resultados encontrados nesta dissertação permitem concluir que o protocolo de intervenção fisioterapêutica associado à Imagética Motora Gradual (GMI) é eficaz no alívio da dor fantasma, promove alívio da dor fantasma, e contribui para uma melhor qualidade de vida e funcionalidade de pacientes amputados. A terapia com caixa de espelho mostrou-se uma grande ferramenta terapêutica, promovendo maior ativação muscular no membro amputado. Podemos também concluir que a dominância influencia a resposta muscular, evidenciada pela maior ativação da mão dominante em comparação à mão não dominante, nos músculos analisados. Tal diferença mostra que a mão dominante pode desempenhar um papel importante em terapias baseadas em feedback visual, como a terapia com caixa de espelho, potencializando seus efeitos em intervenções voltadas à reabilitação dos indivíduos com disfunções neuromusculares e amputações. Ressaltamos a importância de considerar a dominância no desenvolvimento de protocolos fisioterapêuticos, visando à otimização dos resultados obtidos com essas estratégias.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de atenção à pessoa amputada. 1. ed. 1. reimp. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 36 p. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/bvs>. ISBN 978-85-334-1981-0.

CAMPBELL, W. W. Evaluation and management of peripheral nerve injury. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, v. 119, n. 9, p. 1951–1965, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.03.018>.

FLOR, H. Phantom-limb pain: characteristics, causes, and treatment. *The Lancet. Neurology*, v. 1, n. 3, p. 182–189, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(02\)00074-1](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(02)00074-1).

FOELL, J. et al. Mirror therapy for phantom limb pain: Brain changes and the role of body representation. *European Journal of Pain*, v. 18, n. 5, p. 729-739, abr. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00433.x>.

GIRAUX, P.; SIRIGU, A. Illusory movements of the paralyzed limb restore motor cortex activity. *NeuroImage*, v. 20, Suppl. 1, p. S107–S111, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.09.024>.

HILL, Anne. Phantom limb pain: a review of the literature on attributes and potential mechanisms. *Journal of Pain and Symptom Management*, New York, v. 17, n. 2, p. 125-142, Feb. 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0885-3924\(98\)00136-5](https://doi.org/10.1016/S0885-3924(98)00136-5).

MACIVER, K. et al. Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. *Brain*, Liverpool, v. 131, p. 2181-2191, 2008. DOI: 10.1093/brain/awn124

MOSELEY, L. G. Using visual illusion to reduce at-level neuropathic pain in paraplegia. *Pain*, v. 130, n. 3, p. 294–298, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.01.007>.

NIKOLAJSEN, Lone; JENSEN, Troels Staehelin. Phantom limb pain. *Current Review of Pain*, v. 4, p. 166-170, 2000. DOI: 10.1007/s11916-000-0052-0

PADOVANI, Mariana Theozzo et al. Anxiety, depression and quality of life in individuals with phantom limb pain. *Acta Ortopédica Brasileira*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 107-110, abr./jun. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-78522015230200990>

POSTONE, Norman. Phantom limb pain. A review. *Int'l. J. Psychiatry in Medicine*, v. 17, n. 1, p. 57-75, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.2190/PKG8-MDUW-URCQ-H2Q2>.

RAMACHANDRAN, V. S.; ALTSCHULER, E. L. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain: a journal of neurology*, v. 132, n. Pt 7, p. 1693–1710, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/brain/awp135>.

RAMACHANDRAN, V. S.; ROGERS-RAMACHANDRAN, D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proceedings. Biological Sciences*, v. 263, n. 1369, p. 377–386, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.1996.0058>.

YOO, Stanley. Complications Following an Amputation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, v. 25, n. 1, p. 169-178, 2014. ISSN 1047-9651. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2013.09.003>.