

DANYELLE CRISTINA SILVA PELET

**AVALIAÇÃO DA IRRADIAÇÃO DURANTE CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA
VOLUNTÁRIA MÁXIMA DE MÚSCULOS EXTENSORES DE PUNHO
UTILIZANDO OU NÃO A CAIXA DO ESPELHO**

UBERABA, MG

2015

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

Danyelle Cristina Silva Pelet

**AVALIAÇÃO DA IRRADIAÇÃO DURANTE CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA
VOLUNTÁRIA MÁXIMA DE MÚSCULOS EXTENSORES DE PUNHO
UTILIZANDO OU NÃO A CAIXA DO ESPELHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração "Esporte e Exercício" (Linha de Pesquisa: Aspectos Biodinâmicos e Metabólicos do Exercício Físico e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Luciane Fernanda Rodrigues Martinho
Fernandes

UBERABA, MG

2015

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

P435a Pelet, Danyelle Cristina Silva
Avaliação da irradiação durante contração isométrica voluntária máxima de
músculos extensores de punho utilizando ou não a caixa do espelho / Danyelle
Cristina Silva Pelet. -- 2015.
71 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do
Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2015

Orientadora: Prof^a Dr^a Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes

1. Músculos. 2. Músculos - reabilitação. 3. Punho. 4. Contração muscular.
5. Terapia por exercício. 6. Eletromiografia. I. Fernandes, Luciane Fernanda
Rodrigues Martinho. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Títu-
lo.

CDU 612.74

Danyelle Cristina Silva Pelet

**AVALIAÇÃO DA IRRADIAÇÃO DURANTE CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA
VOLUNTÁRIA MÁXIMA DE MÚSCULOS EXTENSORES DE PUNHO
UTILIZANDO OU NÃO A CAIXA DO ESPELHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração "Esporte e Exercício" (Linha de Pesquisa: Aspectos Biodinâmicos e Metabólicos do Exercício Físico e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Aprovada no dia 10 de Fevereiro de 2015

Banca Examinadora:

Dra. Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes - orientadora
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dr. Alcimar Barbosa Soares
Universidade Federal de Uberlândia

Dra. Luciane Aparecida Pascucci Sande de Souza
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dedico aos meus pais e meu irmão, minhas fontes de incentivo, e à minha Avó Laura, meu grande exemplo de amor; porque sei que, onde estiver, está feliz por todos os meus passos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e à espiritualidade maior que me ilumina e me guia em minha jornada na Terra. Acredito que ser Mestre, vai muito além de um Título; ser Mestre para mim é ser exemplo de trabalho, de busca, de amor ao trabalho, de amor à pesquisa, à ciência, aos pacientes, de amor à Vida.

Agradeço aos meus pais Luiz e Enilce que me deram essa vida; pelo caráter que herdei, por tudo que abriram mão até hoje por mim; por acreditarem e trabalharem para que eu me tornasse o melhor que pudesse ser e por serem meu exemplo de vida, de bondade e trabalho. Agradeço ao meu irmão Daniel, meu amor maior, pela amizade e companheirismo. Tudo que busco e conquisto são por vocês três e para vocês.

À minha orientadora Prof^a Luciane Fernandes, pelo auxílio, por acreditar na minha capacidade e me orientar desde à Faculdade, por ser uma das minhas inspirações; uma pessoa que admiro pelas sua paciência, atenção e disposição ao contribuir para meu crescimento profissional. Peço desculpas às falhas, agradeço pela amizade!

Agradeço aos voluntários da pesquisa e aos pacientes que estiveram sob meus cuidados durante esse período de pesquisas e pesquisas paralelas; por confiarem em mim e assim, contribuírem para o meu crescimento intelectual e profissional. Agradeço aos meus amigos do cursinho: Jú, Diego, Kelly, Claudine e Thaísa por estarem comigo em momentos de refúgio me dando forças; ao Lúcio Couto por me apoiar em tudo que estivesse ao seu alcance durante minha trajetória no Mestrado, pela atenção e carinho; aos meus amigos Tuco, Poliana, Luana, Jana, Márcia, Roberta, Marcela, David, Bianca, Rafael, meus colegas de sala e Professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Física e da Fisioterapia da UFTM que contribuíram com seus conhecimentos, sua amizade, com discussões, apelos, dúvidas ou me apoiando nas pesquisas. Ao grupo de Uberlândia, Maristella, Amanda, Luiza que enriqueceram minha bagagem intelectual e me ajudaram no trabalho em grupo. Aos membros da Banca Dra. Marisa Registro, Dra. Luciane Sande e Dr. Alcimar Barbosa pela atenção quanto à colaboração na minha Pesquisa. À minha professora de dança Lara que foi uma luz na minha vida e às demais integrantes Thaís, Fran e Diva, o meu muito obrigado por encherem minha vida de encanto nos momentos de cansaço.

Agradeço às minhas famílias Silva e Pelet: meus tios, primos; avós e padrinhos; por serem meu alicerce, meu apoio e incentivo a toda e qualquer decisão que eu tome.

A todos os amigos que acreditam e torcem por mim os meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

Com intuito de explorar mais acerca da ativação muscular contralateral (irradiação) no membro superior, durante atividade unilateral, foram elaborados dois artigos. Para ambos, foram avaliados 42 sujeitos saudáveis, sendo 13 mulheres destros (MD), 11 homens destros (HD), 10 mulheres sinistras (MS) e 8 homens sinistros (HS), com idade média de 26,72 ($\pm 7,41$) anos. Esses sujeitos realizaram contração isométrica voluntária máxima (CIVM) unilateral, por meio de tração por uma célula de carga, com eletrodos posicionados para registrar a atividade eletromiográfica dos músculos Extensor radial do carpo (ERC) e Extensor ulnar do carpo (EUC) e foi avaliada a ativação muscular contralateral. No primeiro artigo o objetivo foi avaliar a irradiação contralateral imediata durante CIVM dos músculos extensores do punho, por meio da eletromiografia de superfície e verificar o efeito da dominância nesta irradiação. Não foi encontrada diferença na irradiação contralateral entre tarefa com a mão dominante ou não dominante. O músculo EUC apresentou maiores valores para irradiação. Foi verificado nesse estudo a presença do efeito irradiação para músculos extensores de punho e não houve influência do uso da mão dominante ou não na irradiação contralateral. Concluímos assim que a dominância é irrelevante para a ocorrência de irradiação contralateral. O segundo artigo teve por objetivo avaliar a influência da técnica do espelho na atividade eletromiográfica contralateral durante CIVM de extensores de punho e verificar a diferença dessa resposta em relação ao gênero e dominância. O uso do espelho não repercutiu em influência na ativação muscular contralateral durante CIVM. Ao desmembrar em quatro grupos, o espelho resultou em uma sutil influência positiva na irradiação para MD, HD e MS e negativa para HS. Concluímos que, para uma única aplicação da caixa do espelho associada à CIVM de extensores de punho não foi possível observar influência na ativação eletromiográfica contralateral. Pesquisas envolvendo aplicações dessa técnica a longo prazo são necessárias para verificar a eficácia da técnica e posterior reprodutibilidade. Esses resultados podem direcionar o tratamento de sujeitos lesados com o recurso irradiação.

Palavras-chave: Reabilitação; Extremidade Superior; Eletromiografia; Terapia por Exercício; Contração Muscular

ABSTRACT

Aiming to explore more about the contralateral muscle activation (irradiation) in the upper limb, during unilateral activity, were prepared two articles. For both, we evaluated 42 subjects, 13 right-handed women (MD) and 11 right-handed men (HD), 10 women sinister (MS) and 8 men claims (HS) with mean age of 26.72 (\pm 7.41) years. These subjects performed unilateral MVIC through traction by a load cell with electrodes positioned to record the electromyographic activity of the radial carpal extensor muscles (RCE) and ulnar carpal Extensor (UCE) and contralateral muscle activation was evaluated. In the first, the aim was to evaluate the immediate contralateral irradiation during maximal voluntary isometric contraction (MVIC) of the extensor muscles of the wrist, by surface electromyography and verify the effect of dominance in this irradiation. No difference was found in the contralateral irradiation between task with the dominant hand or not dominant. The EUC muscle were higher in irradiation. It was found in this study the presence of irradiation effect on extensor muscles of the wrist and there was no influence of the use of the dominant hand or not dominant hand in the contralateral irradiation. We conclude that the dominance is irrelevant to the occurrence of contralateral irradiation. The second study aimed to evaluate the mirror technique of influence on the contralateral electromyographic activity during maximum voluntary isometric contraction (MVIC) of wrist extensors, check the difference of this response in relation to gender and dominance. The use of mirror did not lead to influence the contralateral muscle activation during MVIC. When you break apart into four groups, the mirror resulted in a subtle positive influence on irradiation to RW, RM and SW and negative for SM. We conclude that, for a single application of the mirror box associated with MVIC wrist extensors was not observed contralateral influence in the EMG activation. Research involving applications of this technique for a long-term are necessary for evaluating the effectiveness of technical and higher reproducibility. These results can guide the treatment of individuals harmed by the irradiation resource.

Key words: Rehabilitation; Upper Extremity; electromyography; Exercise Therapy; Muscle Contraction

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

1 Mesa para tarefas e suporte para a célula de carga e caixa.....	28
2 Célula de carga utilizada para Contração Isométrica Voluntária Máxima.....	29
3 Sujeitos realizando as tarefas 2 e 3.....	30
4 Valores de RMS normalizada da tarefa em repouso (tarefa 1) e da tarefa com o membro dominante em CIVM (tarefa 2) para músculos ERC e EUC.....	33
5 Valores RMS normalizada dos músculos ERC e EUC para tarefas. Dom = Irradiação contralateral pela CIVM do membro Dominante (Tarefa 2) / NDom = Irradiação contralateral pela CIVM do membro não dominante (Tarefa 3).....	34
6 Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM, com o punho dominante durante às três contrações separadamente.....	36

ARTIGO 2

1 Mesa, caixa com espelho e suporte para célula de carga.....	47
2 Célula de carga para Contração isométrica voluntária máxima.....	48
3 Sujeitos realizando as coletas 2a e 2b (realizando CIVM associada à caixa do espelho) e 3c e 3d (realizando CIVM sem a caixa do espelho).....	49
4 Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho, para os músculos ERC e EUC	52
5 Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM durante às três contrações separadamente, na tarefa associada ao espelho.....	53
6 Gráfico de barras. Influência do espelho na irradiação entre Mulheres destros (MD), mulheres sinistras (MS), homens destros (HD) e homens sinistros (HS). Essa influência foi calculada pela diferença da RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho (equação 3).....	54
7 Diagrama de Caixas. Valores médios, representando a influência do espelho na irradiação entre MD, HD, MS e HS. Essa influência foi calculada pela diferença da RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho (equação 3).....	54

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

1 Caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	26
2 Valores de RMS normalizada da tarefa em repouso (Tarefa 1) e da tarefa com o membro dominante em CIVM (Tarefa 2) para músculos ERC e EUC.....	32
3 Valores de RMS normalizada: tarefa com a mão dominante e mão não dominante para os músculos.....	34
4 Valores do RMS normalizado para o grupo de destros e de sinistros durante a tarefa 2.....	35
5 Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM durante as três contrações separadamente, com punho dominante.....	36

ARTIGO 2

1 Caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	45
2 Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM da mão dominante, das tarefas com e sem espelho, para os músculos ERC e EUC	52
3 Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM durante as três contrações separadamente, na Tarefa associada ao espelho.....	53
4 Influência do espelho na irradiação entre MD, HD, MS e HS. Essa influência foi calculada pela diferença da RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho (equação 2).....	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 JUSTIFICATIVA	18
3 OBJETIVOS	20
4 HIPÓTESES	21
5 ARTIGOS PRODUZIDOS	22
5.1 ARTIGO 1	23
RESUMO	23
INTRODUÇÃO.....	24
METODOLOGIA.....	26
Amostra	26
Avaliação eletromiográfica.....	27
Experimento	28
Análise dos dados	30
Estatística.....	31
RESULTADOS	32
DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS	39
5.2 ARTIGO 2	42
RESUMO	42
INTRODUÇÃO.....	44
METODOLOGIA.....	44
Sujeitos	44
Rotina para coleta da eletromiografia.....	45
Experimento	46
Análise dos dados	49
Estatística.....	51
RESULTADOS	51
DISCUSSÃO	55
CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	57
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7 COMENTÁRIOS, CRÍTICAS E SUGESTÕES	59
REFERENCIAS	63
APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DO SUJEITO SEM LESÃO	68
ANEXO A – PARECER DO ADENDO ENVIADO AO CEP	69
ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	70
ANEXO C – INCLUSÃO DE MEMBRO AO PROJETO	73

1 INTRODUÇÃO

Para o tratamento de lesões que acometem o membro superior são utilizadas na prática clínica terapias utilizando a irradiação motora (ORSINI et al., 2008) e a caixa do espelho (MOSELEY, 2004) com o objetivo de auxiliar a recuperação de sujeitos lesados. Para tanto, novas pesquisas, com ferramentas de avaliação confiáveis são necessárias para otimizar o tratamento de sujeitos com diferentes lesões .

Sujeitos com queimaduras, fraturas, artrite, ou outras doenças que estão incapazes de movimentar o membro envolvido podem se beneficiar com exercícios de um membro não envolvido, obtendo atividade muscular involuntária, de um membro contralateral ou ipsilateral, sobretudo se o exercício for resistido. A essa ativação involuntária no músculo dá-se o nome de irradiação motora (ADDAMO et al., 2007; HOY et al., 2004). Movimento espelho ou irradiação contralateral é um subconjunto de irradiação através do qual os movimentos não intencionais são específicos para os músculos homólogos, contralaterais ao movimento pretendido (ADDAMO at al., 2007).

Ainda no século passado, pesquisas acerca da irradiação muscular foram publicadas e beneficiaram o uso da resposta irradiação. Pink (1981) encontrou atividade eletromiográfica no membro que não foi exercitado em todos os sujeitos de sua pesquisa, que eram sujeitos normais, durante a facilitação neuromuscular proprioceptiva no membro direito. Hellebradt e Aterland (1962) encontraram que durante exercício fortemente resistido de membro superior, os efeitos mais significativos no membro contralateral foram vistos nos músculos antagonistas. Hellebrandt (1951) sugere ainda que quando uma pessoa executa o exercício unilateral contra a resistência pesada, ocorrem reajustes posturais que envolvem a musculatura do tronco, ativando-as.

Em adultos saudáveis a irradiação. está ligada a tarefas envolvendo esforço (ADDAMO at al., 2007), fadiga ou diminuição de força, podendo ser suprimida durante movimentos fáceis (ZIJDEWIND; KERNELL, 2001). Um experimento como o de Armatas, Summers e Bradshaw (1996a), em que participantes tinham de sustentar uma força de 25%, 50% ou 75% da sua força máxima nos dedos, revelou que, apesar de jovens adultos saudáveis não apresentarem irradiação naturalmente, o fenômeno pôde ser induzido. Indivíduos treinados em determinada tarefa, como na população de pianistas no estudo de CHEN et al. (2011) por ter maior controle dos seus movimentos, conseguem inibir a irradiação contralateral ao executar atividade com apenas uma mão. Nos idosos para compensar a

demanda de atenção, regiões corticais adicionais são ativadas, o que resulta em irradiação exacerbada (ADDAMO et al., 2007).

Recentemente as pesquisas continuaram e elas se baseiam em explorar mais o efeito da irradiação, como no estudo de Morrison, Hong e Newell (2011), que revelou que ao executar a ação unilateral das mãos com frequência de 15 HZ, há surgimento de maior movimento involuntário no membro não-ativo do que em frequências de 1 Hz. No estudo de Addamo et al. (2009), os autores descobriram que a irradiação, em crianças, pode depender das características da tarefa, pois há uma maior irradiação em tarefas de coordenação motora fina ; foi encontrada, também nesse estudo que a irradiação foi maior com realização de uma força de 33% de contração voluntária máxima (CVM) do que em 66% de CVM. Durante tarefas com resistência mais baixa, uma maior ativação cortical pode ser necessária para permitir a execução de tarefas precisas, a inibição transcalosa pode ser menos frequente em comparação com uma força maior (ADDAMO et al., 2009). Um outro estudo encontrou que, quanto maior o esforço, maior o aumento da contração voluntária máxima e a contração muscular reflete em uma acentuada ativação cortical contralateral, assim como ativação bilateral na área motora suplementar (KOROTKOV et al., 2005) . Na literatura, há portanto, divergências quanto ao uso de maior ou menor força para resultar na maior ocorrência da resposta irradiação.

Duas teorias relacionadas ao sistema nervoso central podem explicar a irradiação: a Teoria da Ativação Ipsilateral e a Teoria da Ativação Bilateral (HOY et al., 2004). Durante um movimento voluntário as vias ipsilaterais do trato são inibidas pelo hemisfério contralateral. De acordo com a teoria de Ativação Ipsilateral, o movimento involuntário no membro contralateral ao movimento voluntário é um resultado da atividade da projeção não cruzada da via corticoespinhal ipsilateral, mais geralmente citados para serem devido à diminuição ou ausência de inibição do hemisfério contralateral (REUTER-LORENZ; STANCZAK, 2000). Em outras palavras, isso pode acontecer devido às fibras que não conseguem cruzar na medula (POHJA; SALENIUS; HARI, 2002).

Já a Teoria da Ativação Bilateral, conhecida como a teoria de facilitação transcalosa, propõe que o movimento voluntário proveniente da ativação cortical contralateral podem facilitar a ativação das mesmas regiões corticais no hemisfério ipsilateral, que resulta em irradiação motora (CERNACEK, 1961).

A irradiação pode ser analisada como uma propagação repentina de coativação muscular sinérgica resultante de um movimento articular único e forte; sendo que o sinergismo refere-se a uma ação coordenada de vários elementos motores para produzir uma

tarefa motora específica, intencionalmente ou automaticamente (HWANG; ABRAHAM, 2001). Também pode ocorrer por contração isométrica, como resultado de uma tentativa do corpo de adquirir estabilidade, gerando comportamentos motores, de acordo com as condições do indivíduo (PINK, 1891). O Fisioterapeuta deve avaliar e aplicar a técnica Irradiação de forma a atingir os músculos necessários em cada caso.

Assim como a irradiação, o uso da caixa do espelho, que faz parte da imagética, possui aplicação no tratamento de diversas lesões.

Prática mental ou Imagética motora é a realização mental de um movimento sem qualquer movimento do corpo. A prática da imagética motora refere-se especificamente ao ensaio mental de conteúdos com o objetivo de melhorar o desempenho motor, seja na aprendizagem de atletas, indivíduos com lesão ou indivíduos saudáveis fora do contexto desportivo (DICKSTEIN; DEUTSCH, 2007). Para Raposo, Costa e Carvalhal (2001), a imagética é a habilidade de ver a nós próprios a desempenhar tarefas. Esta habilidade consiste em recuperar informações armazenadas na memória, por meio de experiências, e remodelá-las através dos processos cognitivos.

As imagens utilizadas na prática mental dividem-se em dois tipos: Imagem visual, que envolve a auto visualização da ação, como observar em um espelho ou o próprio corpo (imagem visual interna), ou outra pessoa (imagem visual externa); e imagem sinestésica, que implica em sensações somestésicas induzidas pela própria mentalização da ação (FERY, 2003; CALLOW; HARDY, 2004) . Para a obtenção de ótimos resultados, as imagens visuais externas podem ser realizadas em conjunto com as imagens sinestésicas (CALLOW; HARDY, 2004).

Um programa de pratica mental, aplicado por Moseley (2004), consiste de 3 estágios: 1- reconhecimento da lateralidade da mão, 2 – imaginação dos movimentos da mão, 3 – terapia com espelho (MOSELEY, 2004). Em cada estágio são ativadas áreas do sistema nervoso central, como o córtex pré-motor ao reconhecer figuras de mão esquerda ou direita (PARSONS, 2001) e córtex motor primário, ao imaginar movimentos (DECETY, 1996) ou durante a terapia com espelho (MATTHYS et al., 2009). Esse programa é gradativo e é indicado utilizar somente imagens que não causem desconforto ao paciente, seja na hora do reconhecimento da lateralidade, imaginação ou técnica do espelho (PRIGANC; STRALKA, 2010).

Os efeitos da prática mental (imagens visuais ou sinestésicas) incluem melhora do desempenho motor e aprendizado de novas tarefas motoras. Em indivíduos saudáveis, pode melhorar o desempenho motor, ganho de força muscular, amplitude de movimento e controle

postural. No contexto desportivo, seus efeitos positivos se refletem na velocidade, precisão, força, dinamismo e desempenho de habilidades motoras (BOSCHKER et al., 2000) (DICKSTEIN; DEUTSCH, 2007). A prática mental sozinha pode ser suficiente para promover a modulação de circuitos neurais envolvidos nos primeiros estágios da aprendizagem motora. Esta modulação não só resulta em melhoria de desempenho, mas também parece colocar os sujeitos em uma situação de vantagem para aprender mais habilidades (PASCUAL-LEONE et al., 1995). Podendo, assim, resultar em efeito periférico; como no estudo de Pinheiro et al. (2010) , em que os jogadores de vôlei assimilaram as fases do saque a partir do Treinamento Mental e conseguiram melhores performances no pós-teste.

O Espelho representa uma ferramenta interessante onde os objetos vistos de forma indireta e à distância são recodificados como se tivessem uma verdadeira localização no espaço. É sugestivo que indivíduos que experimentam um efeito da sua mão deslocada em posição de frente a um espelho recodificam a imagem refletida como sendo de sua própria mão (RITCHIE; CARLSON, 2010). Para Priganc e stralka (2010) e Ramachandran (2008) o espelho é um tipo de feedback visual. Esse recurso apresenta diversos benefícios que vão desde analgesia para membro fantasma (SMURR et al., 2008) e para síndrome da dor regional complexa (MOSELEY, 2004), até benefícios motores, como em pacientes pós Acidente Vascular Encefálico (AVE) (ALTSCHULER et al., 1999).

No caso de dores crônicas, a reorganização do córtex com o treino com espelho pode ajudar a diminuí-las. Há evidências que a dor é um fenômeno de cima para baixo e de baixo para cima, ou seja, pode vir informações do sistema nervoso central para o sistema nervoso periférico e membros, ou pode vir informações dos membros e enviar estímulo para o sistema nervoso central. Às vezes o sistema nervoso central envia mais informações de dor do que a recebida pelos nociceptores. O programa de imagética motora é uma abordagem de cima para baixo (PRIGANC; STRALKA, 2010).

Diversas lesões em membros superiores resultam em uma modificação da representação cortical no córtex somatossensorial do membro acometido. E, então, o objetivo principal do espelho é ativar áreas corticais que sirvam para o membro em questão (LIEPERT et al., 2000; MOSELEY., 2004). Nesses casos a terapia com espelho é utilizada para reconciliar o feedback sensorial e de saída motora e ativar o córtex pré-motor, que têm íntimas conexões com áreas de processamento visual (LIEPERT et al., 2000). Resultando assim em uma ação periférica da técnica do espelho como terapia , como no estudo de Furukuwa, Suzuki e Fukuda (2012) encontraram ativação muscular na mão não dominante,

durante experimentos em que os sujeitos realizaram tarefa de desenhar círculos com a mão direita e dominante, olhando para o reflexo da mão em movimento.

Alguns autores, como Rosèn e Lundborgt (2005), acreditam que os neurônios espelho fazem a comunicação para que ocorra essa a manutenção da representação cortical de um membro lesado. Nesse caso, os neurônios espelho facilitam saídas motoras.

A evidência direta da existência de neurônios-espelho em humanos é inexistente. Há, no entanto, uma rica quantidade de dados que comprovem, indiretamente, por meio de experimentos neurofisiológicos e de imagens cerebrais, que um sistema de neurônios espelho existe nos humanos (RIZZOLATTI; CRAIGHERO, 2004). Esse sistema seria ativado durante várias representações de ação, como a observação da ação, preparação mental do movimento e execução motora (RIZZOLATTI; CRAIGHERO, 2004) e também em ações de partilha de emoções e ao vivenciar sensações de outras pessoas (MOLENBERGHS; CUNNINGTON; MATTINGLEY, 2012). Esses indícios apontam que, os neurônios- espelho podem estar presentes na área F5 do córtex cerebral, na região do córtex pré-motor ; áreas 7B e PF que são do córtex parietal, e no sulco temporal superior (STS)(RIZZOLATTI; CRAIGHERO, 2004) e esses neurônios poderiam mediar ações realizadas da seguinte forma: Cada vez que um indivíduo vê uma ação feita (por outra pessoa, de sua mão), os neurônios que representam essa ação são ativados no córtex pré-motor, essa representação motora da ação observada pode resultar na ação do indivíduo (RIZZOLATTI et al., 2001).

As atividades musculares resultantes tanto da aplicação do exercício para obter irradiação quanto durante a aplicação da técnica do espelho já foram quantificadas pela eletromiografia (CHEN et al.,2011; FURUKUWA, SUZUKI, FUKUDA, 2012; GARRY; LOFTUS; SUMMERS, 2005).

O sinal eletromiográfico (EMG) é a manifestação elétrica da ativação neuromuscular associada a um músculo em contração. O sinal representa a corrente gerada pelo fluxo iônico através da membrana das fibras musculares, que se propaga através dos tecidos intervenientes para atingir a superfície de um elétrodo de detecção localizado no ambiente (DE LUCA, 2006). Em outras palavras, os sinais eletromiográficos são os registros dos potenciais de ação das fibras musculares. Estes sinais são afetados pela condição anatômica, propriedades fisiológicas dos músculos e pela instrumentação usada na coleta dos dados (MORAES et al., 2010).

As fibras musculares são inervadas em grupos chamados de unidades motoras, que quando ativadas geram o potencial de ação da unidade motora (DE LUCA, 2006). A unidade

motora é composta de um neurônio motor, seu axônio e todas as fibras musculares inervadas pelos ramos axonais (MELLETTI; PARKER, 2004).

O potencial detectado quando uma unidade motora é ativada é chamado de potencial de ação da unidade motora (PAUM). Em cada fascículo de fibras musculares, geralmente as unidades motoras são representadas de forma dispersa, formando um mosaico. Em termos fisiológicos, todas as fibras musculares de uma unidade motora trabalham em harmonia, são descarregadas quase em sincronia com a chegada de um impulso nervoso ao longo dos axônios através de seus ramos terminais para as placas motoras (MELLETTI; PARKER, 2004).

A ativação do sistema nervoso central durante toda a contração muscular é constante para sustentar a ativação muscular, essa ativação constante é denominada de trens de potenciais de ação, que são as ativações repetidas das unidades motoras (MELETTI; PARKER, 2004). Estes trens de unidades motoras ativas simultaneamente se sobrepõem para formar o sinal de EMG. À medida que a excitação do sistema nervoso central aumenta para gerar uma força maior no músculo, um maior número de unidades motoras são ativadas (ou recrutadas) (DE LUCA, 2006) .

O objetivo do registro da atividade elétrica do músculo é estudar a fisiologia e a patologia das unidades motoras. Podem-se estudar os efeitos das lesões, como perda de inervação, reinervações, doenças que afetam a própria fibra muscular (miopatias e distrofias musculares) e as doenças da junção neuromuscular (miastenia grave). Pode-se, também, estudar o recrutamento de unidades motoras (MELETTI; PARKER, 2004). É uma ferramenta muito utilizada para avaliação em diversas análises do movimento humano. No estudo de OLIVEIRA et al., 2008 a EMG foi utilizada para avaliar a força exercida pela musculatura agonista e antagonista, ao realizar flexão isométrica de punho em diferentes posições do braço; no estudo de Lee et al, 2008 foi avaliada atividade eletromiográfica em músculos intrínsecos da mão durante toque em um teclado e encontraram que a eletromiografia é sensível para avaliar que ao mudar as características da força de aplicação no teclado, muda o padrão de ativação dinâmico dos músculos da mão e no estudo de Blackwell, Kornatz & health (1999), a EMG foi sensível para mostrar fadiga durante preensão palmar de flexor superficial dos dedos. Foi possível verificar a presença de irradiação motora por meio da eletromiografia de superfície nos estudos de Panzer (2011), Carroll (2006) e Souza et al. (2014). Por isso, a EMG pode ser uma ferramenta sensível para a análise da irradiação nesse estudo.

Assim, surgiu a ideia de quantificar o efeito da irradiação contralateral e a influência do espelho nessa irradiação, por meio da eletromiografia de superfície. Desta forma, será

avaliada a ativação muscular do membro contralateral durante Contração isométrica voluntária Máxima (CIVM) de músculos extensores de punho para verificar o efeito da irradiação contralateral; e a mesma tarefa será reproduzida, utilizando também a técnica do espelho, para avaliar a influência dessa técnica na irradiação. Podendo assim, beneficiar sujeitos com lesão em membros superiores, punho e mão, sobretudo lesão periférica de nervo radial.

A importância dos movimentos da mão é evidenciada pela sua representação no córtex sensorio motor, em que a zona correspondente a mão ocupa zonas maiores em relação às demais partes do corpo (SHUMWAT-COOK; WOOLLACOTT, 2003). As lesões nervosas periféricas levam a perdas sensoriais, dor e desconforto, perdas motoras como paralisia e consequente atrofia muscular, além de alterações no mapa somatossensorial. Intervenções precoces, tanto cirúrgicas, se necessário, quanto fisioterapêuticas irão minimizar as consequências impostas pela lesão (SIQUEIRA, 2007). A lesão de nervo radial é muito frequente; esse nervo é responsável pela inervação da musculatura extensora do punho, dos dedos e do polegar (TATAGIBA et al., 2003), deixando então, a mão caída, comprometendo sua função. O estudo da irradiação motora em músculos extensores de punho e da influência da técnica da caixa do espelho nessa irradiação poderá auxiliar no tratamento dessas lesões.

2 JUSTIFICATIVA

A terapia com espelho e a irradiação motora já são estudadas (ADDAMO et al., 2007, YAVUZER et al., 2008,) e aplicadas em diversos contextos, sobretudo na prática clínica da reabilitação sensorio motora.

A aplicação de exercícios para obter irradiação contralateral e seus benefícios motores já foram comprovados na literatura, sobretudo para membros superiores, como nos estudos de Chen et al., (2011) e Shim et al. (2007). Sabemos também que existem divergências quanto essa resposta irradiação dependendo da resistência ou tarefas utilizadas (ADDAMO et al., 2009, KOROTKOV et al., 2005).

Outros fatores, relacionados à irradiação merecem ser esclarecidos e se houver sucesso poderá ter impacto clínico e ser utilizada com maior confiança no tratamento de sujeitos com lesão. Por isso esse estudo se justifica por avaliar a irradiação contralateral em músculos extensor ulnar do carpo e extensor radial do carpo, analisando o efeito da dominância e a diferença entre destros e sinistros. Explorando dessa forma a resposta irradiação para esses músculos, em sujeitos saudáveis, se a irradiação for comprovada, pesquisas posteriores com protocolos semelhantes poderão auxiliar na recuperação de sujeitos com lesão nervosa periférica.

Da mesma forma, a técnica da caixa do espelho já é bastante abordada com seus benefícios comprovados (YAVUZER et al., 2008). Porém seus estudos estão concentrados em relação a suas redes neurais e efeitos no sistema nervoso central, como no estudo de Matthys et al. (2009) . Contudo, além de conhecer a ação da técnica do espelho no sistema nervoso central, é de grande importância conhecer o efeito da técnica do espelho, também no local final de sua ação: os membros ou mais especificamente no músculo, como estudos de Garry; Loftus e Summers (2005) e Furukuwa., Suzuki e Fukuda (2012) em que foi realizada a quantificação da ativação muscular contralateral durante tarefa com a técnica da caixa do espelho propriamente dita, porém esses dois estudos utilizaram apenas músculos intrínsecos da mão, e não utilizaram a resistência associada; é importante pois, avaliar a influência da técnica do espelho na irradiação em músculo extensores de punho, pois , caso haja comprovação dessa influência na resposta irradiação, poderá ser utilizada também na recuperação de sujeitos com lesão de nervo radial.

O presente estudo, que tem por finalidade quantificar a influência da dominância na irradiação e a influência da técnica do espelho na irradiação poderá ter repercussão acadêmica

e ser referência para outros estudos, caso seus resultados sejam relevantes. Assim poderá auxiliar os profissionais da saúde ao lidar com seus pacientes.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO ARTIGO 1

Avaliar a irradiação contralateral imediata durante contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos extensores do punho e o efeito da dominância nesta irradiação, por meio da eletromiografia de superfície em sujeitos saudáveis para, posteriormente, ser utilizada em sujeitos com lesão.

3.2 OBJETIVO ARTIGO 2

Avaliar a influência da técnica do espelho na atividade eletromiográfica contralateral durante CIVM de extensores de punho e verificar a diferença dessa resposta em relação ao gênero e dominância em sujeitos saudáveis

4 HIPÓTESES

4.1 ARTIGO 1

Hipótese 1) Haverá presença de irradiação contralateral durante a realização da CIVM de extensão unilateral do punho, sendo maior durante CIVM com a mão dominante e maior para os sinistros.

4.2 ARTIGO 2

Hipótese 2) Haverá influência, na irradiação contralateral, do uso da caixa do espelho associada a CIVM e Haverá diferença entre homens e mulheres e entre destros e sinistros em relação a influência do espelho.

5 ARTIGOS PRODUZIDOS

5.1 ARTIGO 1

“IRRADIAÇÃO CONTRALATERAL EM EXTENSORES DE PUNHO:
EVIDÊNCIAS ELETROMIOGRÁFICAS E FATORES INFLUENCIADORES”

5.2 ARTIGO 2

“O USO DA CAIXA DO ESPELHO COMO FATOR NÃO INFLUENCIADOR IMEDIATO
NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA CONTRALATERAL DURANTE EXTENSÃO
RESISTIDA DE PUNHO”

5.1 ARTIGO 1

IRRADIAÇÃO CONTRALATERAL EM EXTENSORES DE PUNHO: EVIDÊNCIAS ELETROMIOGRÁFICAS E FATORES INFLUENCIADORES

RESUMO

A irradiação contralateral é um efeito que consiste na ativação de músculos contralaterais e homólogos a uma tarefa com resistência. Esse recurso pode ser usado em diversas situações, sobretudo no tratamento de acometimentos motores. O objetivo desse estudo foi avaliar a irradiação contralateral imediata durante contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos extensores do punho, por meio da eletromiografia de superfície e verificar o efeito da dominância nesta irradiação. Foram avaliados 42 sujeitos saudáveis (24 destros e 18 sinistros) com idade média de 26,72 ($\pm 7,41$) anos. Esses sujeitos realizaram CIVM unilateral, por meio de tração por uma célula de carga, com eletrodos posicionados para registrar a atividade eletromiográfica dos músculos Extensor radial do carpo (ERC) e Extensor ulnar do carpo (EUC). Não Foi encontrada diferença na irradiação contralateral entre tarefa com a mão dominante ou não dominante. O músculo EUC apresentou maiores valores para irradiação. Foi verificado nesse estudo a presença do efeito irradiação para músculos extensores de punho e não houve influência do uso da mão dominante ou não na irradiação contralateral. Concluímos assim que a dominância é irrelevante para a ocorrência de irradiação contralateral. Esses resultados podem direcionar o tratamento de sujeitos lesados com o recurso irradiação.

Palavras chave: Reabilitação; Extremidade Superior; Eletromiografia ; Terapia por Exercício ; Contração Muscular

5.1 ARTICLE 1

CONTRALATERAL OVERFLOW IN WRIST EXTENSORS: ELECTROMYOGRAPHICS EVIDENCES AND INFLUENCERS FACTORS

ABSTRACT

The contralateral overflow is an effect that consists in activating contralateral and similar muscles in a task with resistance. This feature can be used in many situations, especially in the treatment of affections engines. The aim of this study was to evaluate the immediate contralateral irradiation during maximal voluntary isometric contraction (MVIC) of the extensor muscles of the wrist, by surface electromyography and verify the effect of dominance in this irradiation. We evaluated 42 healthy subjects (24 right-handed and 18 claims) with mean age of 26.72 (\pm 7.41) years. These subjects performed unilateral MVIC through traction by a load cell with electrodes positioned to record the electromyographic activity of the radial carpal extensor muscles (RCE) and ulnar carpal Extensor (UCE). No difference was found in the contralateral irradiation between task with the dominant hand or not dominant. The EUC muscle were higher in irradiation. It was found in this study the presence of irradiation effect on extensor muscles of the wrist and there was no influence of the use of the dominant hand or not dominant hand in the contralateral irradiation. We conclude that the dominance is irrelevant to the occurrence of contralateral irradiation. These results can guide the treatment of individuals harmed by the irradiation resource.

Keywords: Rehabilitation; Upper Extremity; electromyography; Exercise Therapy; Muscle Contraction

INTRODUÇÃO

A irradiação pode ser definida como aplicação de exercício no lado saudável com o objetivo de atingir o membro contralateral comprometido por meio da movimentação ativa do sujeito contra uma resistência (CRUZ-MACHADO; CARDOSO E SILVA, 2006). Movimento espelho ou irradiação contralateral é um subconjunto de irradiação através do qual os movimentos são específicos para os músculos homólogos, contralaterais ao movimento pretendido (ADDAMO AT AL, 2007).

Morrison, Hong e Newell (2011), revelaram que ao executar a ação de palmas da mão unilateral com frequências altas, há surgimento do movimento involuntário dentro do membro não-ativo, mesmo sendo um exercício sem resistência, esse efeito contralateral foi chamado de irradiação. Porém os estudos com irradiação estão mais relacionados à exercício com resistência, como no estudo de Yuza, Ishida & Miyamura (2000) em que foi revelado que o treino da preensão palmar de um único membro pode aumentar a força bilateralmente.

O efeito da irradiação pode ter suas particularidades; Armatas; Summers e bradshaw (1996a) encontraram maior irradiação durante tarefas com a mão não dominante, comparada à mão dominante; Addamo et al (2009), descobriram que a irradiação pode depender das características da tarefa, pois há uma maior irradiação em tarefas de coordenação motora fina ou também da lateralidade , pois encontraram que a irradiação em crianças foi maior durante o desempenho de tarefas com a mão esquerda, devido à dificuldade em realizar tarefas com a mão com menor destreza . Existem divergências quanto à realização de exercícios com maior (KOROTKOV et al., 2005) ou menor carga (ADDAMO et al, 2009) para ocorrência de maior irradiação.

Indivíduos que são incapazes de movimentar um membro que foi lesado podem se beneficiar da irradiação, e usá-la como um recurso para tratamento. O profissional da saúde deve saber qual a forma ideal para trabalhar os músculos que estão enfraquecidos na extremidade não exercitada (PINK, 1981); por isso esse estudo avaliou a irradiação contralateral imediata nos músculos extensores do punho, por meio da eletromiografia de superfície e o efeito da dominância nesta irradiação durante a contração isométrica voluntária máxima dos músculos extensores radiais (ERC) e extensores ulnar do carpo (EUC).

METODOLOGIA

Amostra

Foram recrutados para esse estudo 42 sujeitos saudáveis por conveniência, com idade de 20 a 35 anos, média de 26 anos ($\pm 7,41$), sem lesões presentes nos membros superiores ou sequelas de lesões antigas, sedentários ou praticantes de atividade física, e que não faziam uso de medicamentos que afetam o sistema neuromuscular, sendo 13 mulheres destros, 11 homens destros, 10 mulheres sinistras e 8 homens sinistros. Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) protocolo 2713 (ANEXO A). Todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO B).

Uma avaliação para caracterização dos sujeitos foi realizada previamente a avaliação eletromiográfica. Nesta avaliação foram coletados dados sobre sexo, dominância, atividade física, uso de medicamento, doenças prévias, lesões nos membros superiores e medida da força isométrica da preensão palmar (APÊNDICE A). Para avaliação da medida de força de preensão palmar os sujeitos permaneceram sentados, com o ombro aduzido, cotovelos fletidos a 90° e antebraço em neutro, segundo a ASHT (FESS; MORAN, 1981), foram realizadas 3 medidas e calculada a média aritmética e utilizado o dinamômetro Jamar®. As informações sobre a caracterização dos sujeitos estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização dos sujeitos da pesquisa.

	Destros	Total (n=)	Sinistros	Total (n=)
Idade média (\pm DP)	25,9 ($\pm 8,18$)	24	27,7 ($\pm 6,46$)	20
Força de preensão Palmar (D/NDom)	33($\pm 10,55$) / 30,52($\pm 10,82$)	14	35,95($\pm 13,23$) / 35,93 ($\pm 14,09$)	10
Medicamentos* (S/N)	3/19	22	1/9	10
Atividade física (S/N)	13/9	22	5/5	10
Doenças anteriores** (S/N)	6/16	22	4/6	10
Traumas anteriores MMSS*** (S/N)	0/22	22	5/5	10

*Medicamento aceitos para inclusão no estudo: antiinflamatórios, sulfalassina, puram t4; ** espondilite anquilosante, sopro cardíaco, asma e bronquite, ***fratura no membro superior na infância, sem sequelas; DP= desvio padrão; D = Dominante / NDom = Não Dominante; S = Sim / N = Não.

Dezoito sujeitos não realizaram o teste de força instrumental de preensão palmar, resultando em n =24. Dez sujeitos não responderam à entrevista para caracterização do sujeito quanto à medicamentos, atividade física, doenças e traumas anteriores, resultando para essas questões em n=32.

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Avaliação eletromiográfica

A avaliação da irradiação foi realizada por meio dos registros dos sinais eletromiográficos dos músculos extensor ulnar do carpo e extensor radial (longo e curto) do carpo bilateralmente e simultaneamente. Inicialmente, a pele foi preparada seguindo as recomendações do SENIAN - projeto da União Européia de Eletromiografia de Superfície para a Abordagem não Invasiva Muscular (PREPARATION..., [201-]) (HERMENS et al, 2000). Após o sujeito ser posicionado em frente à mesa de coleta de eletromiografia, foram eleitos os locais de colocação dos eletrodos, de acordo com Perotto (2011) e confirmado por meio da palpação do ventre muscular, durante teste de força muscular manual (KENDALL et al, 2007). Os músculos Extensor radial longo do carpo (ERLC) e Extensor Radial Curto do Carpo (ERCC) têm relação anatômica e funcional muito próxima, por esse fato há impossibilidade de uma técnica que possa orientar o posicionamento dos eletrodos em cada músculo separadamente, com confiança. Por isso, para análise dos dados nesse estudo, os músculos ERLC e ERCC serão tratados como um único músculo : Extensor Radial do Carpo (ERC), como proposto por Perotto (2011).

Foi realizada a raspagem dos pelos, abrasão da pele e limpeza com álcool no local e enfim realizada a colocação dos eletrodos nos quatro músculos eleitos. Em cada músculo foi posicionado um par de eletrodos ativos. O eletrodo de referência (terra) foi colocado no maléolo lateral da perna esquerda, com uso de gel condutor. Todos os outros quatro eletrodos ativos foram fixados com fita microporosa antialérgica.

Após o posicionamento dos eletrodos, foi realizada uma tarefa em repouso de 20 segundos para verificar a presença de ruídos elétricos e eletromagnéticos. Para tanto, a coleta foi feita com todas as luzes locais apagadas. O computador para a coleta dos dados, o eletromiógrafo Myosystem e a célula de carga foram desconectados da rede elétrica e celulares desligados. Esse procedimento é necessário porque sinais elétricos ou eletromagnéticos geram ruídos no sinal da eletromiografia (DE LUCA, 2010).

O equipamento MyosystemBr® utilizado possui um software próprio que, ao se conectar a um computador por meio de um cabo USB, todas os dados são armazenados no software, podendo ser visualizadas, em tempo real. O versão do software utilizado no estudo foi a MyosystemBr 3.5.6. Os eletrodos ativos utilizado foram projetados para prover a amplificação de entrada e de sinais EMG captados na superfície da pele. Têm alta impedância de entrada (o que explica o uso do gel ser praticamente dispensável); o sinal é coletado da superfície da pele e imediatamente amplificado por um circuito eletrônico de alta Razão de

Rejeição em Modo Comum que atenua interferências de 60Hz presentes no sinal, de forma significativa. O sinal elétrico pré-amplificado, trafegando pelo cabo até o eletromiógrafo estará muito mais imune a artefatos (DATA..., 2010). Esses eletrodos, um positivo e um negativo, estão dispostos em pares, com distancias fixas, acoplados em um único sensor. Cada sensor estará conectado em um canal do Myosystem. Após a colocação dos eletrodos, foram selecionados cinco canais (4 para os músculos e um para a célula de carga). A coleta foi iniciada após ajustado o ganho de cada canal individualmente e definida a frequência de aquisição de 8000 Hz. Toda a instrumentação utilizada está de acordo com o proposto pelo SENIAM.

Experimento

Para a realização do experimento os sujeitos permaneceram sentados confortavelmente de frente para uma mesa de madeira (altura 74 cm e superfície 60 x 40 cm), ombros levemente abduzidos, cotovelos fletidos a aproximadamente 70° e antebraço pronado sobre a superfície da mesa. Um suporte para a célula de carga foi posicionado na mesma altura da mesa (Figura 1a). O membro em movimento foi coberto com uma caixa (39 cm (base) x 35 cm (altura) x 25,5 (profundidade) de forma a eliminar efeito visual que possa resultar na ativação muscular contralateral) (Figura 1b). O fundo da caixa era vazado de forma que o examinador era capaz de observar o movimento das mãos ao sentar de frente para o sujeito. Para medir a força durante a realização da contração isométrica voluntária máxima foi utilizada uma célula de carga de 20 kgf da marca Kratos® (Figura 2).



Figura 1a e b – Mesa para tarefas e suporte para a célula de carga e caixa.
Fonte: Da autora, 2014.



Figura 2: Célula de carga utilizada para Contração Isométrica Voluntária Máxima.
Fonte: da Autora, 2014.

Foi considerada como irradiação a atividade muscular do membro contralateral ao membro em atividade durante a realização das tarefas. Para cada sujeito foram realizadas três tarefas:

Tarefa 1: Membros superiores em repouso sobre a mesa, durante 20 segundos.

Tarefa 2: Tarefa de contração isométrica voluntária máxima de extensão neutra do punho do lado dominante. O membro dominante permaneceu dentro da caixa de madeira durante a realização da tarefa com o objetivo de inibir o efeito visual (Figura 3a).

Tarefa 3: Tarefa de contração isométrica voluntária máxima de extensão neutra do punho do lado não dominante. O membro não dominante permaneceu dentro da caixa de madeira durante a realização da tarefa com o objetivo de inibir o efeito visual (Figura 3b).

Para verificar o efeito da irradiação foi solicitado para que o sujeito permanecesse com o membro contralateral totalmente em repouso.

Em conjunto com o sinal desejado nosso ambiente apresenta diversos campos eletrostáticos e eletromagnéticos. A pele apresenta potencial de ação, o equipamento utilizado, como o ruído térmico gerado pelos eletrodos e artefatos mecânicos também geram tensão e contaminam o sinal desejado (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). Portanto, mesmo com os sujeitos em repouso, há presença de sinal EMG. No estudo de Gandrey et al. (2013) os valores de repouso apresentaram valores de RMS entre 4 a 8 μ v e no estudo de Furuwawa; Suzuki e Fukuda (2012) o RMS de repouso teve média 2,1 μ v.

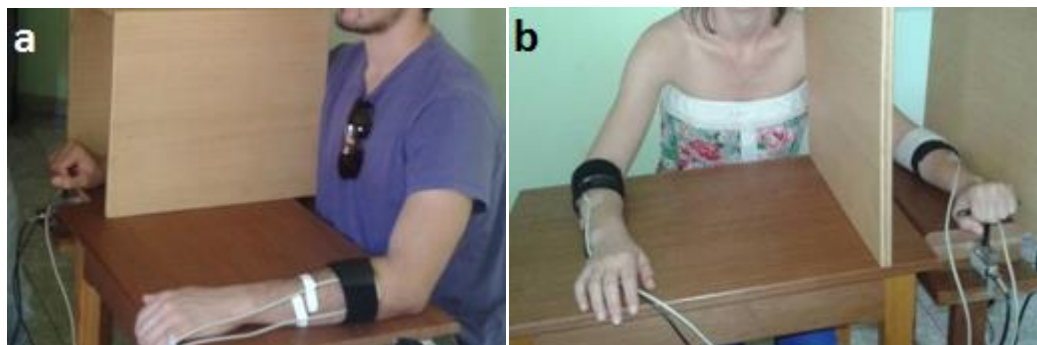


Figura 3 – Sujeitos realizando as tarefas 2 (a) e 3(b).

Fonte: da autora, 2014.

Um áudio foi gravado para a realização das tarefas, com comandos que guiavam os momentos de contração e relaxamento. As coletas 2 e 3 tiveram duração de 55 segundos e consistiram de períodos de 10 segundos de repouso, intercalados com 3 períodos de contração muscular isométrica de extensão do punho de 5 segundos cada, iniciando e terminando a tarefa com o repouso (10/5/10/5/10/5/10).

As três repetições foram realizadas em uma única coleta com o objetivo de padronizar as repetições e o repouso de 10 segundos para evitar fadiga do músculo. No estudo de Corrêa et al. (2009) foi encontrado que 10 segundos de repouso entre estimulação elétrica muscular foi eficaz para o não aparecimento de alctato ou fadiga em sujeitos saudáveis.

Todas as tarefas, de um mesmo voluntário, foram realizadas em um único dia, sendo provenientes de um único posicionamento dos eletrodos. O posicionamento dos eletrodos foi realizado por um único pesquisador, treinado previamente.

Análise dos dados

Após as coletas da eletromiografia foi realizado o processamento do sinal por meio do software MyosystemBr1 versão 3.5.6., em que foi definida a janela (região) do sinal onde havia a contração isométrica da musculatura extensora. Foram excluídos os 0.5 segundo inicial e final de cada período de contração, dessa forma foram selecionados 3 períodos de 4 segundos cada.

Por meio desse software foi possível aplicar filtros digitais na região do sinal selecionado. O sinal eletromiográfico de superfície (EMG) que se origina no músculo é inevitavelmente contaminado por vários sinais de ruído, de diversas fontes, inclusive do movimento. A combinação de um filtro passa-baixa e um filtro passa-alta produz um filtro passa-banda (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985) e, a aplicação de um filtro passa-banda é

indicada para redução de ruído e conservação da informação desejada a partir do sinal de EMG (DE LUCA et al., 2010). Para esse estudo, foi aplicado filtro de 4 a 1000 Hz. Enfim foi calculado o valor da RMS (*Root MeanSquare*).

Após o processamento, os dados foram tabulados em uma planilha do programa Microsoft Office Excel 2007 e nesse programa foi calculada a média das três contrações para as tarefas 2 e 3. Como o padrão de ativação muscular para uma determinada tarefa é diferente para sujeitos distintos, para que seja possível comparar o sinal EMG de músculos de diferentes indivíduos é necessário realizar a normalização das variáveis do sinal de EMG. Essa normalização pode ser realizada em relação ao valor da força de uma contração isométrica voluntária máxima (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). Portanto, No mesmo programa foi realizada a normalização da RMS do membro contralateral ao que realizou a CIVM (Equação 1).

$$RMS \text{ normalizada} = \frac{RMS \text{ do músculo contralateral}}{RMS \text{ do músculo em CIVM}} \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Para avaliar a irradiação foram utilizados os valores médios da RMS normalizada dos músculos do membro contralateral (em repouso) ao que realizou a CIVM. Os valores da Tarefa 1 também foram normalizados pela CIVM. Foram comparados os valores da RMS normalizada da mão não dominante na coleta em repouso (Tarefa 1) e da RMS normalizada do membro não dominante ao membro dominante em CIVM (Tarefa 2).

Para avaliar o efeito da dominância na irradiação foram comparados os valores da RMS normalizada do membro contralateral durante a realização da tarefa de CIVM do membro dominante (Tarefa 2) e do membro não dominante (Tarefa 3). Posteriormente os sujeitos foram separados em grupos de destros e sinistros e avaliada a diferença entre eles.

Estatística

A análise estatística foi realizada no programa *SPSS statistics versão 21*. Para verificar a normalidade dos dados foi realizado o teste Kolmogorov-Smirnov. Para estatística descritiva foram calculados os valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo dos valores da RMS.

Para avaliar a irradiação foram comparados os valores médios da RMS normalizada das tarefas 1 e 2, por meio dos testes t de Student para amostras independentes para as amostras que apresentaram distribuição normal e Mann-whintney para amostras que não apresentaram distribuição normal.

Para avaliar o efeito da dominância na irradiação foram comparados os valores da RMS normalizada do membro contralateral durante a realização das tarefa 2 (CIVM do membro dominante) e 3 (CIVM do membro não dominante) por meio dos Testes t de Student para amostras independentes para as amostras que apresentaram distribuição normal e Mann-whintney para amostras que não apresentaram distribuição normal.

Na comparação das três contrações das tarefas foi utilizado o teste KRUSKAL-WALLIS para os dados que não apresentaram distribuição normal.

RESULTADOS

Na análise da irradiação foi encontrada maior RMS contralateral à CIVM na Tarefa 2 comparado ao repouso do mesmo membro. Ao comparar as atividades entre os dois músculos o EUC apresentou maior média de RMS em relação ao ERC (Tabela 2 e Figura 4).

Tabela 2 – Valores de RMS normalizada da tarefa em repouso (Tarefa 1) e da tarefa com o membro dominante em CIVM (Tarefa 2) para músculos ERC e EUC.

		Músculo extensor radial do carpo (ERC) (N=42)	Músculo extensor ulnar do carpo (EUC) (N=42)
Tarefa 1: Repouso (N=44)	Média	0,020	0,030
	Mediana	0,017	0,022
	Desvio padrão	0,012	0,025
	Mínimo	0,003	0,002
	Máximo	0,062	0,116
Tarefa 2: Irradiação do membro contralateral ao membro dominante em CINM (N=44)	Média	0,045	0,080
	Mediana	0,045	0,080
	Desvio padrão	0,028	0,046
	Mínimo	0,008	0,017
	Máximo	0,138	0,211

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Foi encontrada diferença estatística entre as tarefas 1 e 2 para os dois músculos analisados: ERC ($p=0,000$) e EUC ($p=0,000$). Comparando os músculos avaliados o EUC obteve valores significativamente maiores que o músculo ERC na tarefa 2 ($p=0,002$).

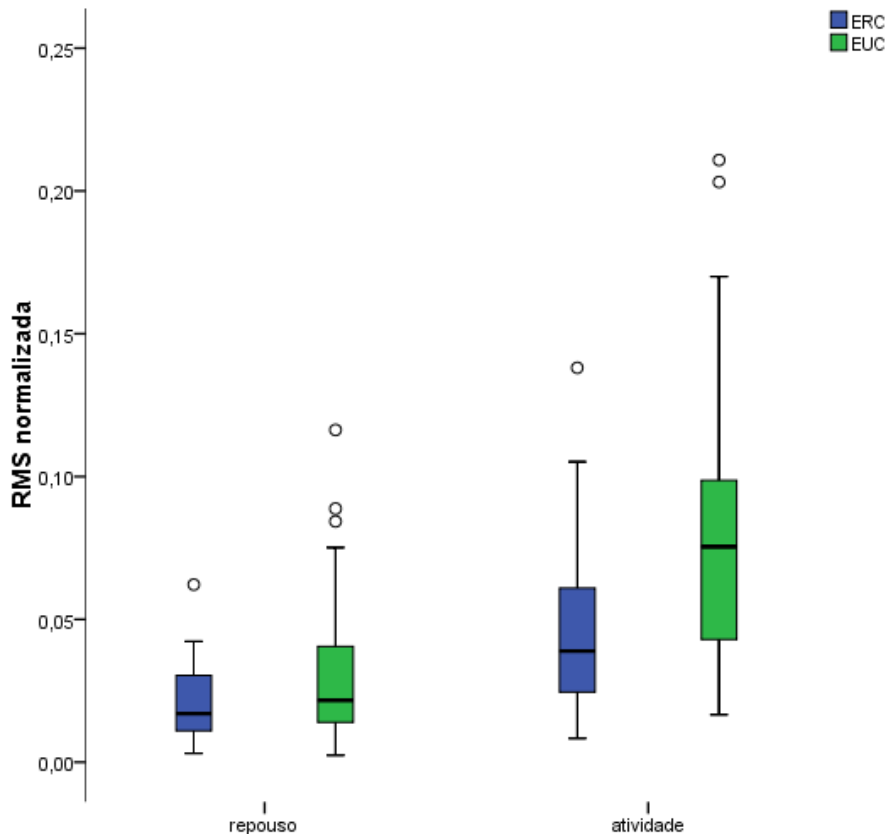


Figura 4: Valores de RMS normalizada da tarefa em repouso (tarefa 1) e da tarefa com o membro dominante em CIVM (tarefa 2) para músculos ERC e EUC.

° Representam os valores máximos de RMS normalizada.

Fonte: Elaborada pela autora, 2014.

Na análise da dominância, os valores da RMS normalizada foram semelhantes nas tarefas 2 e 3 (Tabela 3 e Figura 5), desta forma a dominância não teve influência na irradiação para os dois músculos ($p=0,705$ para o ERC e $p=0,851$ para o EUC).

Tabela 3. Valores de RMS normalizada: tarefa com a mão dominante e mão não dominante para os músculos ERC e EUC.

		Músculo extensor radial do carpo (ERC)	Músculo extensor ulnar do carpo (EUC)
Tarefa 2: Irradiação do membro contralateral ao membro dominante em CINM (N=42)	Média	0,045	0,080
	Mediana	0,045	0,080
	Desvio padrão	0,028	0,046
	Mínimo	0,008	0,017
	Máximo	0,138	0,211
Tarefa 3 : Irradiação do membro contralateral ao membro não dominante em CINM (N=42)	Média	0,043	0,095
	Mediana	0,039	0,070
	Desvio padrão	0,026	0,080
	Mínimo	0,011	0,011
	Máximo	0,100	0,405

Fonte: Elaborada pela autora, 2014.

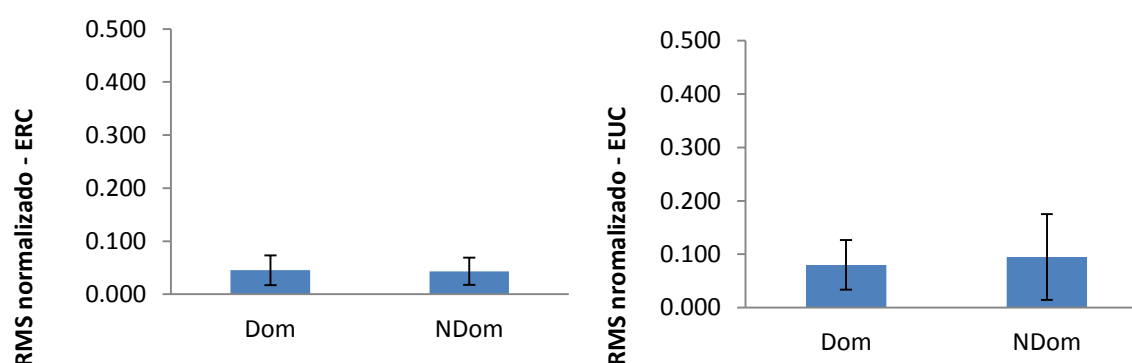


Figura 5. Valores RMS normalizada dos músculos ERC e EUC para tarefas. Dom = Irradiação contralateral pela CIVM do membro Dominante (Tarefa 2) / NDom = Irradiação contralateral pela CIVM do membro não dominante (Tarefa 3).

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Diante desse resultado, como não foi verificada a influência da dominância na irradiação, para a análise entre destros e sinistros, utilizamos apenas a mão dominante para avaliação da diferença de irradiação. Os sujeitos foram separados em 2 grupos: sujeitos destros e sujeitos sinistros e analisado o membro contralateral ao membro dominante durante a tarefa de CIVM (Tarefa 2), dos grupos separadamente. Podemos observar que os valores da RMS normalizada foram um pouco maiores para os sujeitos sinistros do que para os sujeitos destros (Tabela 4), porém essa diferença não foi significativa (ERC com $p= 0,208$ e o EUC com $p= 0,176$).

Tabela 4. Valores do RMS normalizada para os grupos de destros e sinistros durante a tarefa 2.

Dominância		Músculo extensor radial do carpo (ERC)	Músculo extensor ulnar do carpo (EUC)
Destros (N= 24)	Média	0,040	0,071
	Mediana	0,039	0,055
	Desvio padrão	0,019	0,047
	Mínimo	0,009	0,0120
	Máximo	0,070	0,210
Sinistros (N= 18)	Média	0,052	0,091
	Mediana	0,038	0,084
	Desvio padrão	0,036	0,043
	Mínimo	0,008	0,021
	Máximo	0,138	0,203

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Na análise temporal em relação às três repetições na tarefa de CIVM com o punho dominante, foi encontrada RMS normalizada contralateral à CIVM crescente da primeira 0,039(+0,025) até à terceira repetição 0,045(+0,026) para o músculo ERC. Resultado semelhante foi observado para o músculo EUC, com RMS normalizada contralateral de 0,076(+0,050) na primeira contração e 0,084(+0,049) na terceira contração (figura 6 e tabela 5). Porém, essa diferença não foi significativa para os dois músculos ($p=0,583$ e $0,633$, respectivamente).

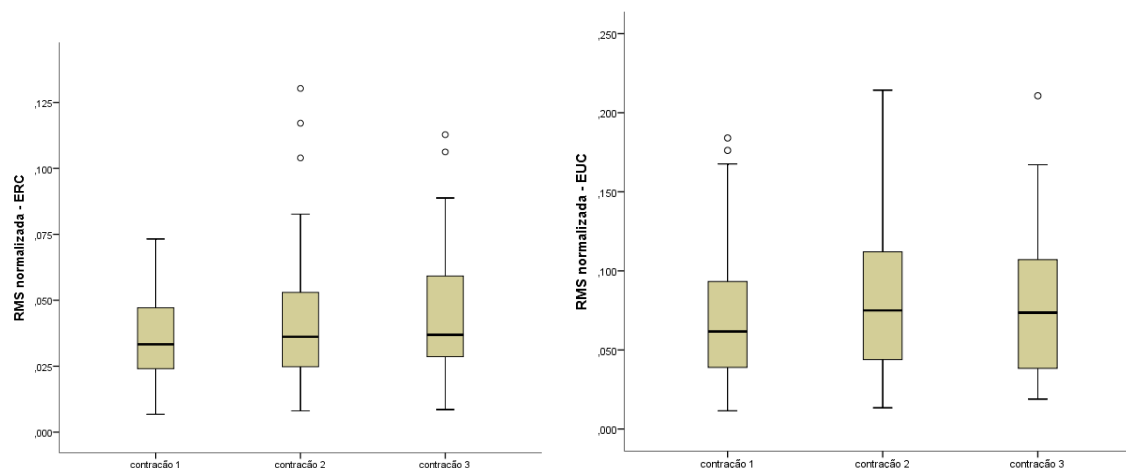


Figura 6. Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM, com o punho dominante durante às três contrações separadamente.

° Representa sujeitos com valores máximos de RMS.

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Tabela 5. Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM durante as três contrações separadamente, com punho dominante.

		ERC	EUC
contração 1	Média	,039	,076
	Mediana	,033	,06458
	Desvio padrão	,025	,050
	Mínimo	,007	,011
	Máximo	,137	,209
contração 2	Média	,044	,082
	Mediana	,036	,075
	Desvio padrão	,029	,045
	Mínimo	,008	,013
	Máximo	,130	,214
contração 3	Média	,045	,084
	Mediana	,037	,074
	Desvio padrão	,026	,049
	Mínimo	,009	,019
	Máximo	,113	,211

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

DISCUSSÃO

Nossos resultados confirmam a hipótese de que há irradiação no membro contralateral durante a CIVM de extensão do punho unilateral sendo que o principal achado deste estudo

foi que não houve influência da dominância na irradiação no membro contralateral durante a realização da CIVM de extensão do punho do membro dominante e não dominante, como também não houve diferença no efeito irradiação entre destros e sinistros.

Nossa pesquisa foi realizada com sujeitos saudáveis, assim como no estudo de Sande de Souza et al. (2014), que encontraram que a irradiação é detectável nesses sujeitos, utilizando resistência e também provocaram resposta contralateral ao estímulo. Os mesmos autores utilizaram uma coleta em repouso, que em nosso estudo utilizamos para diferenciar com a resposta da irradiação.

Panzer (2011) avaliou o efeito de um exercício resistido para o músculo tríceps braquial unilateral até a exaustão e verificou a presença de irradiação no músculo contralateral e segundo Carroll (2006) quando a irradiação está presente em músculos homólogos e contralaterais está mais relacionada a adaptações do sistema nervoso central. Quando a irradiação está presente em músculos não contralaterais está mais relacionada a contração isométrica para estabilização em determinado movimento, como no estudo de Sande de Souza et al., (2014) ou como co-contração sinérgica resultante de um movimento articular único e forte (HWANG E ABRAHAM, 2001).

Há pouco consenso sob a base neural dessa irradiação, existem considerações sobre as fibras não cruzadas, ramificações de projeções cortico-motor-neuronais bilaterais, além de informações de que regiões cerebrais podem fazer essas interações bilaterais. Contudo, como ocorrem adaptações neurais para o aumento de força no membro que está sendo treinado, é de se esperar que esses mecanismos neurais induzam o aumento de força no membro contralateral (CARSON, 2005). No presente estudo, mesmo que tenhamos feito apenas uma avaliação, como foram feitas três repetições, pode ter havido certa adaptação no sistema nervoso central, pois, em quase todos os sujeitos, na terceira repetição da contração, o efeito irradiação era aparentemente maior que na primeira contração.

Os valores de irradiação para os músculos EUC foram maiores comparados ao ERC nesse estudo. Não existe na literatura estudos semelhante para esses músculos. Porém esses músculos tem, origem, inserção e funções diferentes; o músculo ERC tem como função realizar extensão de punho com desvio radial, e o EUC realiza extensão de punho com desvio ulnar (Kendall, 2007), portanto é justo pensar que possam ter adaptações neurais e mecânicas diferentes.

Armatas, Summers e Bradshaw (1996a) realizaram uma análise em que os sujeitos, com as duas mãos repousadas em uma plataforma de força, realizavam força de 25%, 50% e 75% de sua força máxima com apenas uma das mãos, realizando flexão de dedos,

encontraram maior irradiação durante tarefa resistida com o membro não dominante em relação à mesma tarefa com o membro dominante. Entretanto em nosso estudo, a irradiação encontrada foi semelhante durante CIVM do membro dominante e não dominante, por meio da análise da atividade eletromiográfica, indicando não haver influência na irradiação, independente de qual dominância seja usada na realização de uma tarefa.

Como não houve influência da dominância na irradiação, para a análise entre destros e sinistros, utilizamos apenas a mão dominante para avaliação da irradiação, e encontramos uma sutil diferença, sendo que os sinistros apresentaram um valor maior. Diferenças no padrão de ativação muscular para determinadas tarefas já foram encontradas entre destros e sinistros como no estudo de Park (2013) em que sujeitos sinistros apresentaram maior atividade eletromiográfica para o músculo flexor ulnar do carpo, extensor ulnar do carpo e trapézio durante tarefa de escrever. Já em relação à irradiação contralateral, Garry, Loftus e Summers (2005) realizaram avaliação eletromiográfica contralateral em sujeitos destros e sinistros durante movimento unilateral de mão, porém, não foi analisada a diferença de irradiação de acordo com a lateralidade. Chen et al. (2011) descobriram que indivíduos com maior controle sobre seus movimentos (mais treinados em determinado movimento) inibem a propagação da irradiação quando sua mão oposta está funcionando; nesse caso, usaram pianistas treinados. O que poderia explicar a ocorrência de maior irradiação em sinistros, que utilizam das duas mãos para realizarem suas atividades diárias, diferente dos destros que utilizam majoritariamente a mão dominante, sendo portanto, mais treinados. No presente estudo, porém, não foi encontrada diferença estatística de acordo com a lateralidade.

Nesse estudo, a eletromiografia foi uma ferramenta eficaz para a avaliação da irradiação, utilizando o valor do RMS. O RMS fornece uma análise global do sinal, pois reflete o número de unidades motoras ativas, a frequência de disparo das unidades motoras e a forma dos potenciais de ação das unidades motoras (BASMAJIAN E DE LUCA, 1985).

O posicionamento dos sujeitos utilizado para as coletas de eletromiografia do membro superior nesse estudo foi viável para a mensuração da atividade eletromiográfica do antebraço e esse posicionamento foi semelhante ao do estudo de Garry, Loftus e Summers (2005), em que os sujeitos permaneciam sentados com os braços apoiados em uma mesa com antebraço em pronação para coleta de eletromiografia.

Utilizamos uma célula de carga em que os sujeitos realizavam CIVM, com resistência única. A metodologia foi realizada dessa forma, pois no estudo de Armatas; Summers e Bradshaw (1996b), o fator carga, para músculos da mão, não foi considerado importante para maior ou menor ocorrência de irradiação, e sim os diferentes papéis funcionais da mão e dos

dedos que, refletindo em diferentes ativações corticais, parecem mediar a intensidade de ocorrência do movimento espelho. No presente estudo, fizemos a opção de avaliar a extensão neutra de punho, pois é um movimento funcional do membro superior muito utilizado para diversas tarefas em atividades de vida diária, além de que na posição adotada para a coleta dos dados tornava visível e fácil palpação do ventre muscular e fácil posicionamento dos eletrodos.

CONCLUSÃO

Concluimos que a dominância não interfere para a ocorrência de maior ou menor irradiação imediata para os músculos ERC e EUC; sugerindo que exercícios podem se aplicados para atingir o membro contralateral tanto para lesão em membro superior dominante ou não dominante e ser acelerar a recuperação dos sujeitos. A aplicação do exercício para obter ativação no membro contralateral pode ser útil tanto para sujeitos destros e sinistros, visto que a irradiação para ambos foi semelhante.

Esses resultados podem servir como direcionamento para o tratamento de sujeitos lesados com o recurso irradiação, reforçando o uso do exercício resistido para ativação muscular do membro contralateral lesado.

REFERÊNCIAS

ADDAMO, P. K. et al. The effects of age and attention on motor overflow production—A review. **Brain res.rev. Amsterdam**. V. 54, p.189 – 204., 2007

ADDAMO, P. K. et al. A developmental study of the influence of task characteristics on motor overflow. **Brain Cogn.**, New York, v. 69, n. 2, p.413–419, 2009.

ARMATAS, C.A.; SUMMERS, J.J.; BRADSHAW, J.L. Handedness and performance variability as factors influencing mirror movement occurrence. *J. Clin. Exp, Neuropsychol. Lisse*, v.18, n.6, .p.823–35. 1996a.

ARMATAS, C. A.; SUMMERS, J. J.; BRADSHAW, J. L. Strength as a factor influencing mirror movements. **Hum. Mov. Sci.**, Amsterdam, v. 15, n. 5, p. 689-705, Oct. 1996b

BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. Muscle alive: their function revealed by electromyography. 5 th ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1985.

CARROLL, T.J. et al. Contralateral effects of unilateral strength training: Evidence and possible mechanisms. **J Appl Physiol**. Cidade. v.73, p. 911–917. 2006.

CARSON, R.G. Neural pathways mediating bilateral interactions between the upper limbs. **Brain. Res. Rev.** Amsterdam. v.49, n.3, p.641-662, 2005.

CHEN, Y., YANG, Z., HSU, M.L., HWANG, I.S. Differences in cross modulation of physiological tremor in pianists and nonmusicians. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Madison, v. 43, n. 9, p. 1707-1715, Sept. 2011.

CORRÊA, F. I. et al. Avaliação de ácido láctico em indivíduos saudáveis após utilização de EENM em músculo tibial anterior com protocolos de repouso diferentes. **Conscientiae. Saúde.**, São Paulo, v.8, n.1, p.83-89, 2009.

CRUZ-MACHADO, S.S., CARDOSO, A.P., SILVA, S.B. O uso do princípio de irradiação da facilitação neuromuscular proprioceptiva em programas de reabilitação: uma revisão: **In: XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino americano de pós graduação**, Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

DATA hominis Tecnologia. Desenvolvido por DataHominis Tecnologia Ltda. Uberlândia, 2010. Apresenta dados técnicos e informações gerais sobre equipamentos utilizados na análise e avaliação do corpo humano. Disponível em: <<http://www.datahominis.com.br/>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

DE LUCA, C. J. et al. Filtering the surface EMG signal: movement artifact and baseline noise contamination. **J. Biomech.**, Elmsford. v. 43, n. 8, p. 1573–1579, may 2010.

FESS, E. E.; MORAN, C. **Clinical assessment recommendations**. Indianápolis: American Society of Hand Therapists, 1981.

GANDREY, P. et al.. Dominant vs. nondominant arm advantage in mentally simulated actions in right handers. **J. Neurophysiol**. Bethesda. V. 110, n. 12, P. 2887-2894, Dec. 2013.

FURUKUWA, 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. **J. Rehabil. Med.**, Stockholm, v. 44, n. 11, p.939-943, nov. 2012.

GARRY, M. I.; LOFTUS, A.; SUMMERS, J. J. Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. **Exp Brain Res.**, Berlin, v. 163, n. 1, p. 118-22, may 2005.

HWANG, I.S, ABRAHAM, L.D. Quantitative EMG analysis to investigate synergistic coactivation of ankle and knee muscles during isokinetic ankle movement. Part 1: time amplitude analysis. **J Electromyogr Kinesiol**. New York. v.11, n.5, p.319-25. 2001.

HERMENS, J.H.; FRERIKS, B.; KLUG, C. D; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol.**, New York. V.10, n.1, p. 361-74, 2000.

KENDALL, F. P. et al. **Músculos: provas e funções**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2007.

KOROTKOV, A. et al. Comparison of brain activation after sustained non-fatiguing and fatiguing muscle contraction: a positron emission tomography study. **Exp. Brain Res.** Berlin, v.163, p. 65–74. 2005.

MORRISON, H.S.; HONG, S.L.; NEWELL, K. M. Similarity in the dynamics of contralateral motor overflow through increasing frequency of movement in a single limb. **Exp Brain Res.** Berlin.v.213,p. 403–414, 2011.

PANZER, S.; SCHINOWSKI, D.; KOHLE, D. Cross-Education and contralateral irradiation. **J. Hum. Kinet.**, Berlin, v. 27, p.66-79, 2011.

PARK, S. Comparison of Muscle Activation during Dominant Hand Wrist Flexion when Writing. **J. Phys. Ther. Sci.** Moroyama. v. 25, n. 12, p. 1529- 1531. Dec. 2013.

PEROTTO, A. O. Anatomical guide for the electromyographer: the limbs and trunk. In: DELAGI, E. F. et al. Anatomical guide for the electromyographer. 5th ed. São Paulo: LTD, 2011. p.54-58.

PINK, M.S. Contralateral Effects of Upper Extremity Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Patterns. **Phys. Ther.** New York. v. 61, p.1158-1162. 1981.

PREPARATION of the skin. In: SENIAM. Enschede, [201-]. Disponível em: <<http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 10 set. 2014.

SANDE DE SOUZA, L.A. et al. Effect and length of the overflow principle in proprioceptive neuromuscular facilitation: electromyographic evidences. **International Journal of Therapies and Rehabilitation Research**. 2014

YUZA, N.; ISHIDA, K.; MIYAMURA, M. Cross transfer effects of muscular endurance during training and detraining. **J Sports Med Phys Fit** , Torino. v.40, p.110–117, 2000.

5.2 ARTIGO 2

O USO DA CAIXA DO ESPELHO COMO FATOR NÃO INFLUENCIADOR IMEDIATO NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA CONTRALATERAL DURANTE EXTENSÃO RESISTIDA DE PUNHO

RESUMO

Terapias com o uso do espelho têm sido descritas na literatura para o tratamento de diversas disfunções motoras. A imagem no espelho de um membro se movimentando pode enviar informações a partir do visual para as áreas somatossensoriais do cérebro, reorganizando a área de um membro lesado e podendo resultar em reabilitação sensório motora. Assim esse estudo teve por objetivo avaliar a influência da técnica do espelho na atividade eletromiográfica contralateral durante contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensores de punho e verificar a diferença dessa resposta em relação ao gênero e dominância. Foram avaliados 42 sujeitos, 13 mulheres destros (MD) e 11 homens destros (HD), 10 mulheres sinistras (MS) e 8 homens sinistros (HS), com idade média de 26,72 ($\pm 7,41$) anos. Esses sujeitos realizaram tração contra uma célula de carga realizando CIVM unilateral durante tarefas com e sem espelho, com eletrodos posicionados para registrar a atividade eletromiográfica contralateral dos músculos Extensor radial do carpo (ERC) e Extensor ulnar do carpo (EUC). O uso do espelho não repercutiu em influência na ativação muscular contralateral durante CIVM. Ao desmembrar em quatro grupos, o espelho resultou em uma sutil influência positiva na irradiação para MD, HD e MS e negativa para HS. Concluímos que, para uma única aplicação da caixa do espelho associada à CIVM de extensores de punho não foi possível observar influência na ativação eletromiográfica contralateral. Pesquisas envolvendo aplicações dessa técnica a longo prazo são necessárias para verificar a eficácia da técnica e posterior reprodutibilidade.

Palavras chaves: Imagem corporal; Reabilitação; Extremidade Superior; Eletromiografia

5.2 ARTICLE 2

THE USE OF MIRROR BOX AS FACTOR NO INFLUENCER IMMEDIATE IN CONTRALATERAL ELECTROMYOGRAPHIC ACTIVITY DURING WRIST EXTENDED WEATHERED

ABSTRACT

Therapies with the use of mirrors have been described in the literature for the treatment of various motor dysfunctions. The mirror image of a moving member can send information from the visual to the somatosensory areas of the brain, reorganizing the area of an injured member and may result in sensory motor rehabilitation. Thus, this study aimed to evaluate the mirror technique of influence on the contralateral electromyographic activity during maximum voluntary isometric contraction (MVIC) of wrist extensors, check the difference of this response in relation to gender and dominance. We evaluated 42 subjects, 13 right-handed women (MD) and 11 right-handed men (HD), 10 women sinister (MS) and 8 men claims (HS) with mean age of 26.72 (\pm 7.41) years. These subjects performed traction against a load cell performing unilateral MVIC during tasks with and without mirror, with electrodes positioned to record the contralateral electromyographic activity of the radial carpal extensor muscles (RCE) and ulnar carpal extensor (UCE). The use of mirror did not lead to influence the contralateral muscle activation during MVIC. When you break apart into four groups, the mirror resulted in a subtle positive influence on irradiation to RW, RM and SW and negative for SM. We conclude that, for a single application of the mirror box associated with MVIC wrist extensors was not observed contralateral influence in the EMG activation. Research involving applications of this technique for a long-term are necessary for evaluating the effectiveness of technical and higher reproducibility.

Key words: Body image; rehabilitation; Upper Extremity; electromyography

INTRODUÇÃO

O Espelho representa uma ferramenta interessante onde os objetos vistos de forma indireta e à distância são recodificados como se tivessem uma verdadeira localização no espaço. É sugestivo que indivíduos que experimentam um efeito da sua mão deslocada em posição de frente a um espelho recodificam a imagem refletida como sendo de sua própria mão (RITCHIE; CARLSON, 2010). Terapias feitas com o espelho resultam em reconciliação do feedback sensorial e de saída motora e ativam o córtex pré-motor, que têm intimas conexões com áreas de processamento visual (LIEPERT et al., 2000). Já é conhecido que os benefícios do espelho vão desde analgesia para membro fantasma (SMURR et al., 2008) e para Síndrome da dor regional complexa (MOSELEY, 2004), até benefícios motores, como em pacientes pós Acidente Vascular Encefálico (AVC) (ALTSCHULER et al., 1999). Sabendo que há uma relação direta do uso do espelho em terapias e a reorganização de áreas corticais; para que resulte em recuperação sensório-motora é sugestivo que tenha repercussão diretamente nos músculos.

Existe um fenômeno já observado e que pode ser utilizado para reabilitação de um membro superior lesado, sem necessidade de movimentar o membro comprometido; esse fenômeno é denominado Irradiação contralateral; e pode resultar em ativação muscular de músculos homólogos e contralaterais a uma movimento realizado ativamente, com uma resistência (ADDAMO et al, 2007). A partir do conhecimento do efeito da ativação muscular contralateral por meio do exercício resistido e dos benefícios obtidos pelo uso do espelho, o presente estudo tem como objetivo avaliar a influência do uso da caixa do espelho na atividade eletromiográfica contralateral durante Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) de extensores de punho e verificar a diferença dessa resposta em relação ao gênero e dominância.

METODOLOGIA

Sujeitos

Foram recrutados para esse estudo 42 sujeitos por conveniência. Com idade de 20 a 35 anos, média de 26 anos ($\pm 7,41$), sem lesões presentes nos membros superiores, sem sequelas de lesões antigas nos membros superiores e sem lesões centrais, os sujeitos eram sedentários ou que praticam atividade física, e que não faziam uso de medicamentos que tenham

influência no sistema neuromuscular, sendo 13 mulheres destros, 11 homens destros, 10 mulheres sinistras e 8 homens sinistros. Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) protocolo 2713 (ANEXO A). Todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO B)

Uma avaliação para caracterização dos sujeitos foi realizada previamente à avaliação eletromiográfica. Nesta avaliação foram coletados dados sobre sexo, dominância, atividade física, uso de medicamento, doenças prévias, lesões nos membros superiores e medida da força isométrica da preensão palmar (APÊNDICE A). Para avaliação da medida de força de preensão palmar os sujeitos permaneceram sentados, com o ombro aduzido, cotovelos fletidos a 90° e antebraço em neutro, segundo a ASHT (FESS; MORAN, 1981), foram realizadas 3 medidas e calculada a média aritmética e utilizado o dinamômetro Jamar®. As informações sobre a caracterização dos sujeitos estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização dos sujeitos da pesquisa.

		Total (n=)
Idade média (\pm DP)	26,72 (\pm 7,41)	42
Força de preensão Palmar (D/ E)	34,38 (\pm 12,40) / 32,78 (\pm 11,92)	24
Força de preensão palmar F(D/ E)	24,56(\pm 4,50)/ 23,69(\pm 5,97)	13
Força de preensão palmar M(D/ E)	45(\pm 7,47)/ 43,53(\pm 7,06)	11
Medicamentos* (S/N)	4/28	32
Atividade física (S/N)	18/14	32
Doenças anteriores** (S/N)	10/22	32
Traumas anteriores MMSS***(S/N)	5/27	32

*Medicamento aceitos para inclusão no estudo: antiinflamatórios, , sulfalassina, puram t4; ** espondilite anquilosante, sopro cardíaco, asma e bronquite, ***fratura no membro superior na infância, sem sequelas. M = Masculino / F = Feminino; DP= desvio padrão; D = Direita / E = Esquerda; S = Sim / N = Não. Dezoito sujeitos não realizaram o teste de força instrumental de preensão palmar, resultando em n =24. Dez sujeitos não responderam à entrevista para caracterização do sujeito quanto à medicamentos, atividade física, doenças e traumas anteriores, resultando em n=32.

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Rotina para coleta da eletromiografia

Foram registrados os sinais eletromiográficos dos músculos extensor ulnar do carpo (EUC) e extensor radial do carpo bilateralmente e simultaneamente. Inicialmente, a pele foi preparada seguindo as recomendações do projeto da União Europeia de Eletromiografia de Superfície para a Abordagem não Invasiva Muscular (PREPARATION..., [201-]) (HERMENS et al, 2000). Após o sujeito ser posicionado em frente à mesa de coleta de

eletromiografia, foram eleitos os locais de posicionamento dos eletrodos, de acordo com Perotto (2011) e confirmado por meio da palpação do ventre muscular, durante teste de força muscular manual (KENDALL et al,2007). Os músculos Extensor radial longo do carpo (ERLC) e extensor radial curto do carpo (ERCC) têm relação anatômica e funcional muito próxima, por esse fato há impossibilidade de uma técnica que possa orientar o posicionamento dos eletrodos em cada músculo separadamente, com confiança. Por isso, para análise dos dados nesse estudo, os músculos ERLC e ERCC serão tratados como um único músculo, extensor radial do carpo (ERC), como proposto por Perotto (2011).

Foi realizada a raspagem dos pelos, abrasão da pele e limpeza com álcool no local e em fim realizada a colocação dos eletrodos nos quatro músculos eleitos. Em cada músculo foi posicionado um par de eletrodos ativos. O eletrodo de referência (terra) foi colocado sobre o maléolo lateral da perna esquerda, com uso de gel condutor . Todos os outros quatro eletrodos foram fixados com fita microporosa antialérgica.

Após o posicionamento dos eletrodos, foi realizada uma coleta em repouso de 20 segundos para verificar a presença de ruídos elétricos e eletromagnéticos. Para tanto, a coleta foi feita com todas as luzes locais apagadas, aparelhos desconectados da rede elétrica, tais como, o computador para a coleta dos dados, o eletromiógrafo Myosystem, celulares ou quaisquer outros aparelhos elétricos. Esse procedimento é necessário porque determinados sinais elétricos ou eletromagnéticos geram ruídos no sinal da eletromiografia (DE LUCA, 2010).

O equipamento MyosystemBr® possui um software próprio em que, ao se conectar a um computador por meio de um cabo USB, todas os dados são armazenados no software, podendo ser visualizadas, em tempo real. O versão do software utilizado no estudo foi a MyosystemBr 3.5.6. Após a colocação dos eletrodos, foram selecionados cinco canais (4 para os músculos e um para a célula de carga). O ganho de cada canal foi ajustado individualmente e foram definidas as frequências de aquisição para 8kHz. Feito os ajustes, foram iniciadas as coletas.

Experimento

Para a realização do experimento os sujeitos permaneceram sentados confortavelmente de frente para uma mesa de madeira mesa (altura 74 cm e superfície 60 x 40 cm)(figura 1),

com ombros levemente abduzidos, cotovelos fletidos a aproximadamente 70° e antebraço pronado.

Para a tarefa com o espelho, a caixa com espelho foi posicionada sobre a mesa, com sua superfície refletora a 90 graus em relação à mesa para que os sujeitos pudessem posicionar uma mão dentro da caixa de espelho, e a mão contralateral totalmente de frente ao espelho para que conseguissem visualizar a imagem de sua mão refletida. A Caixa com espelho (figura 1) tem as seguintes características - superfície do espelho: 39 cm (base) x 35 cm (altura) e o volume de movimentação da mão dentro da caixa é de 25,5 (profundidade) x 39 cm (altura) x 35 cm (largura) . O fundo da caixa era vazado de forma que o examinador fosse capaz de observar a mão dentro dela ao sentar de frente para o sujeito.

Para a realização da força durante a realização da contração isométrica voluntária máxima foi utilizada uma célula de carga de 20 kgf da marca Kratos® (Figura 2); uma célula de carga é um equipamento que se constitui de componentes sensíveis aos esforços de tração (SILVA; GONÇALVES, 2003). Para o posicionamento da célula de carga, uma mesa adicional da mesma altura da mesa foi organizada ao lado, de forma que o sujeito possa confortavelmente realizar a extensão de punho, realizando tração contra a resistência da célula de carga. As tarefas, de um mesmo sujeito, foram realizadas em um único dia, sendo todas as tarefas, provenientes de um único posicionamento dos eletrodos. Antes de iniciar a eletromiografia, o sujeito foi esclarecido quanto ao procedimento.



Figura 1: Mesa, caixa com espelho e suporte para célula de carga
Fonte: Da autora, 2014.



Figura 2: Célula de carga para contração isométrica voluntária máxima.
Fonte: Da autora, 2014.

Para cada sujeito foram realizadas três coletas, a ordem das coletas com espelho e sem espelho foi randomizada:

Tarefa 1: Membros superiores em repouso sobre a mesa, durante 20 segundos.

Tarefa 2: Célula de carga na mão dominante, com a mão não dominante dentro da caixa com espelho e superfície refletora de frente para a mão dominante; realizar extensão resistida neutra de punho dominante (CIVM), com o membro não dominante em repouso (figura 3a e 3b).

Tarefa 3: Célula de carga na mão dominante, com a caixa, sem espelho, cobrindo a mão em movimento; realizar extensão resistida neutra de punho dominante (CIVM), com membro não dominante em repouso (figura 3b e 3d).

Para os sujeitos destros, foram realizadas CIVM com o membro direito e para sujeitos sinistros com o membro esquerdo. Para verificar o efeito contralateral à CIVM com e sem espelho, foi solicitado que cada sujeito permanecesse com o membro contralateral totalmente em repouso e isso foi confirmado pela observação do pesquisador pela abertura da caixa com espelho. Na coleta 3 o membro em movimento foi coberto com uma caixa de 39 cm de base e 35 cm de altura e volume de movimentação da mão dentro da caixa de 25,5cm (profundidade) x 39 cm (altura) x 35 cm (largura) de forma a eliminar o efeito visual.

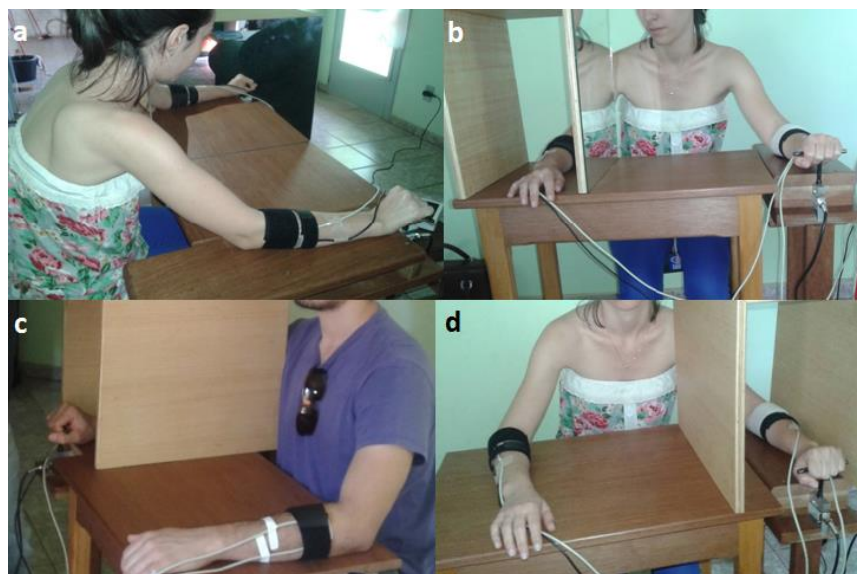


Figura 3: Sujeitos realizando as coletas 2a e 2b (realizando CIVM associada à caixa do espelho) e 3c e 3d (realizando CIVM sem a caixa do espelho).

Fonte: da autora, 2014.

Um áudio foi gravado para a realização das tarefas, com comandos que guiavam os momentos de contração e relaxamento. As coletas 2 e 3 tiveram duração de 55 segundos e consistiram de períodos de 10 segundos de repouso intercalados com 3 períodos de contração muscular isométrica de extensão do punho de 5 segundos cada, iniciando e terminando a tarefa com o repouso (10/5/10/5/10/5/10).

As três repetições foram realizadas em uma única tarefa com o objetivo de padronizar as repetições e o repouso de 10 segundos para evitar fadiga do músculo. No estudo de Corrêa et al. (2009) foi encontrado que 10 segundos de repouso entre estimulação elétrica muscular foi eficaz para o não aparecimento de ácido lático ou fadiga em sujeitos saudáveis.

Todas as coletas, de um mesmo voluntário, foram realizadas em um único dia, sendo provenientes de um único posicionamento dos eletrodos. O posicionamento dos eletrodos foi realizado por um único pesquisador, treinado previamente.

Análise dos dados

Após as coletas da eletromiografia foi realizado o processamento do sinal no por meio software MyosystemBr1 versão 3.5.6, em que foi definida a janela (região) do sinal onde havia a contração isométrica da musculatura extensora. O sinal eletromiográfico de superfície (EMG) que se origina no músculo é contaminado por vários sinais de ruído, de diversas

fontes, inclusive do movimento. A aplicação do filtro passa-banda é indicado para redução de ruído e conservação da informação desejada a partir do sinal de EMG (DE LUCA et al., 2010). No momento do processamento dos dados, para esse estudo, foi aplicado filtro entre 4 a 1000 Hz. O valor da RMS (*Root Mean Square*), variável eleita para análise dos dados, enfim foi calculado para a realização de todas as análises necessárias para a obtenção dos resultados.

Após o processamento do sinal, os dados foram digitados em uma planilha do programa Microsoft Office Excel 2007 e nesse programa foi feita a média das três contrações da coleta de 55 segundos, do membro contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho. Uma representação generalizada do sinal de EMG deve conter uma formulação que permita uma comparação do sinal entre diferentes músculos e indivíduos. A formulação para a comparação pode ser obtida através da normalização das variáveis do sinal de EMG em relação ao seu valor máximo mensurável no procedimento experimental particular. Por exemplo, a uma contração isométrica de força constante, a força de contração é normalizada em relação ao valor da força de uma contração isométrica voluntária máxima (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). Assim, foi realizada a normalização dos dados com a média dos três períodos de CIVM de cada músculo correspondente (equação 2). A normalização foi realizada com a CIVM da coleta sem espelho.

$$RMS \text{ normalizada} = \frac{RMS \text{ do músculo contralateral à CIVM}}{RMS \text{ do músculo em CIVM sem espelho}} \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Os dados, então, foram exportados para o programa *SPSS statistics* versão 21 para a análise estatística. Para avaliar a irradiação com e sem espelho foram utilizados (das Tarefas 2 ou 3) os valores médios normalizados do RMS dos músculos do membro contralateral ao que realizou a CIVM (do membro que estava em repouso). Os valores de repouso utilizados também foram normalizados pela CIVM.

Para analisar a influência do espelho na irradiação foi feita a comparação entre a RMS média normalizada dos músculos do membro contralateral ao que realizou CIVM das tarefas com e sem espelho. Para comparar a influência do espelho entre mulheres destros (MD), homens destros (HD), mulheres sinistras (MS) e homens sinistros (HS) foi utilizado a diferença do valor de RMS médio normalizado contralateral à CIVM da tarefa com espelho e tarefa sem espelho (Equação 2).

$Dif\ RMS = RMS_{norm\ da\ tarefa\ com\ espelho} - RMS_{norm\ da\ tarefa\ sem\ espelho}$ Equação 2

Estatística

A análise estatística foi realizada no programa *SPSS statistics versão 21*. Para verificar a normalidade dos dados foi realizado o teste Kolmogorov-Smirnov. Para estatística descritiva foram calculados os valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo dos valores da RMS.

Para comparação da irradiação nos grupos com e sem espelho foi utilizado o teste t para os dados que apresentaram distribuição normal e Mann-whitney para os que não apresentaram distribuição normal.

Para comparação da influência do espelho na irradiação entre MD, HD, MS e HS e para a análise das três contrações foi utilizado o ANOVA e Bonferroni como *post hoc test* para os dados que apresentaram distribuição normal, e KRUSKAL- WALLIS, para os dados que não apresentarem distribuição normal.

RESULTADOS

O valor médio da RMS normalizada contralateral à CIVM foi semelhante na tarefa associada a caixa de espelho ($0,048 \pm 0,032$) e na tarefa sem o espelho ($0,047 \pm 0,035$) para o músculo extensor radial do carpo (ERC) ($p=0,905$). O mesmo aconteceu para o músculo EUC, que apresentou média da RMS normalizada na tarefa com espelho de $0,070(\pm 0,043)$ e na tarefa sem espelho de $0,070 (\pm 0,048)$ (Figura 4; Tabela 2); a diferença das duas tarefas para esse músculo também não foi significativa ($p=0,918$).

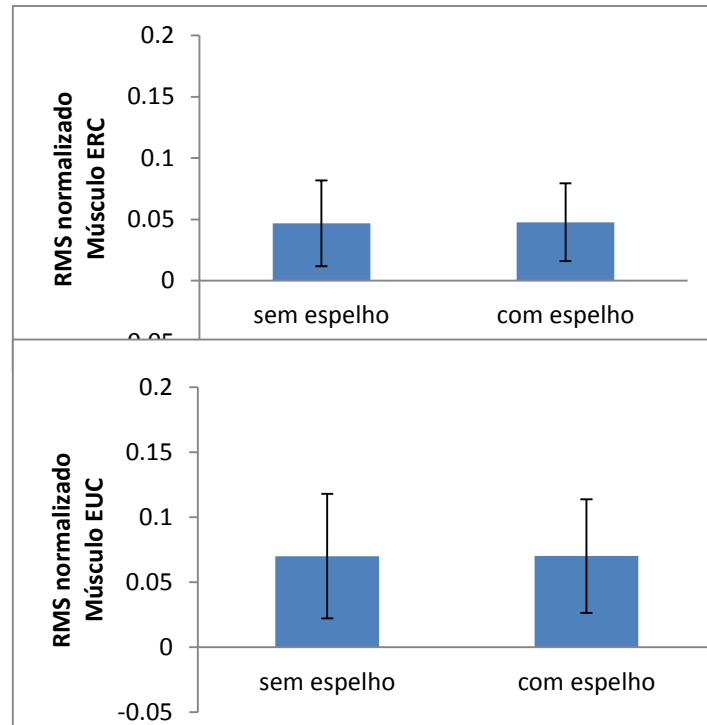


Figura 4. Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho, para os músculos ERC e EUC.

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Tabela 2. Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM da mão dominante, das tarefas com e sem espelho, para os músculos ERC e EUC.

		RMS normalizado músculo extensor radial do carpo	RMS normalizado músculo extensor ulnar do carpo
sem espelho (n= 42)	Média	0,047	0,070
	Mediana	0,041	0,059
	Desvio padrão	0,035	0,047
	Mínimo	0,010	0,010
	Máximo	0,209	0,213
com espelho (n=42)	Média	0,048	0,070
	Mediana	0,040	0,055
	Desvio padrão	0,032	0,043
	Mínimo	0,009	0,020
	Máximo	0,152	0,173

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Na análise temporal em relação às três repetições na tarefa associada à caixa de espelho, foi encontrada RMS normalizada contralateral à CIVM crescente da primeira 0,033(+0,018) até à terceira repetição 0,036(+0,081) para o músculo ERC. Resultado

semelhante foi observado para o músculo EUC, com RMS normalizada contralateral de 0,068(+0,038) na primeira contração e 0,081(+0,051) na terceira contração (figura 5 e tabela 3). Porém, essa diferença não foi significativa para os dois músculos (p=0,716 e 0,695, respectivamente).

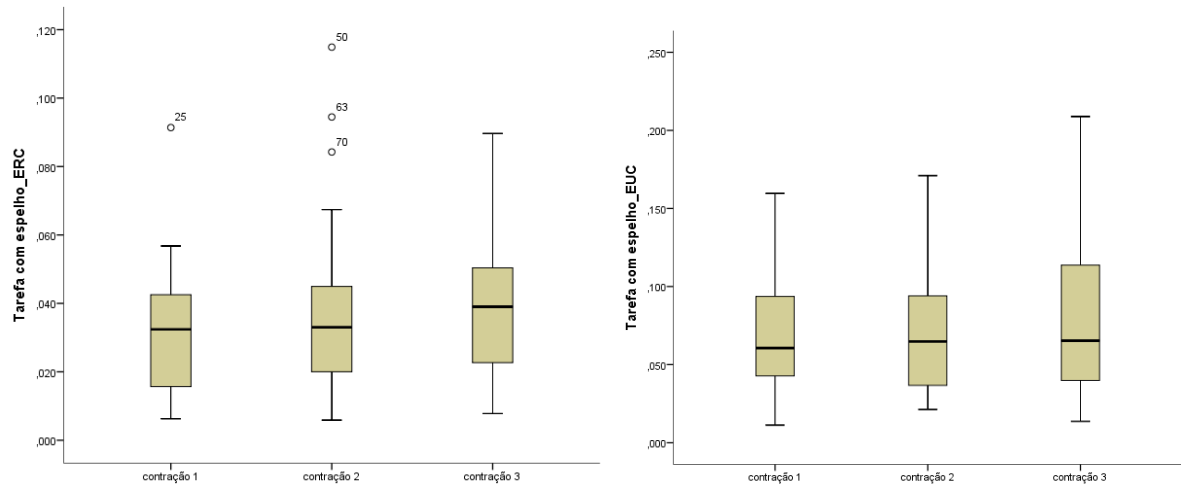


Figura 5. Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM durante às três contrações separadamente, na tarefa associada ao espelho.

° Representam sujeitos com valores máximos de RMS.

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Tabela 3. Valores de RMS normalizada contralateral à CIVM durante as três contrações separadamente, na Tarefa associada ao espelho.

		ERC	EUC
contração 1	Média	,033	,068
	Mediana	,033	,061
	Desvio padrão	,018	,038
	Mínimo	,006	,011
	Máximo	,091	,160
contração 2	Média	,039	,070
	Mediana	,033	,065
	Desvio padrão	,028	,039
	Mínimo	,006	,021
	Máximo	,133	,171
contração 3	Média	,036	,081
	Mediana	,035	,065
	Desvio padrão	,019	,051
	Mínimo	,008	,014
	Máximo	,090	,209

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Na comparação da influência do espelho na irradiação entre mulheres destros (MD), homens destros (HD), Mulheres sinistras (MS) e homens sinistros (HS), foi encontrada pequena influência positiva para MD, HD e HD e influência negativa para HS (figuras 6 e 7 e tabela 4). Para essa análise, não foi encontrada diferença estatística ($p = 0,126$).

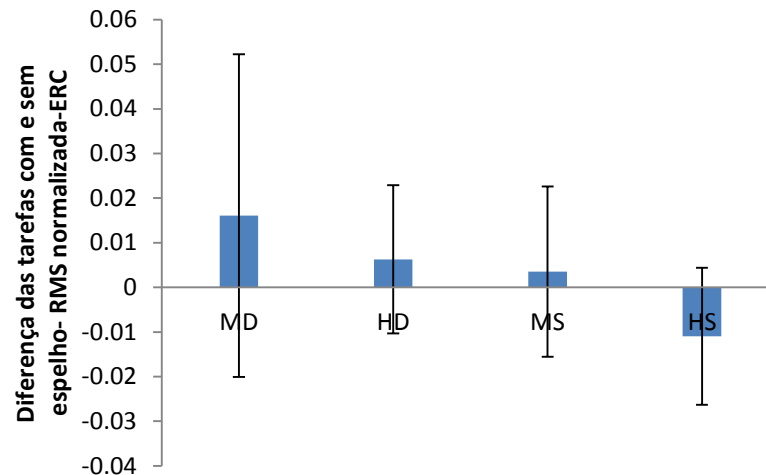


Figura 6. Valores médios, representando influência do espelho na irradiação entre Mulheres destros (MD), mulheres sinistras (MS), homens destros (HD) e homens sinistros (HS). Essa influência foi calculada pela diferença da RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho (equação 3).

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

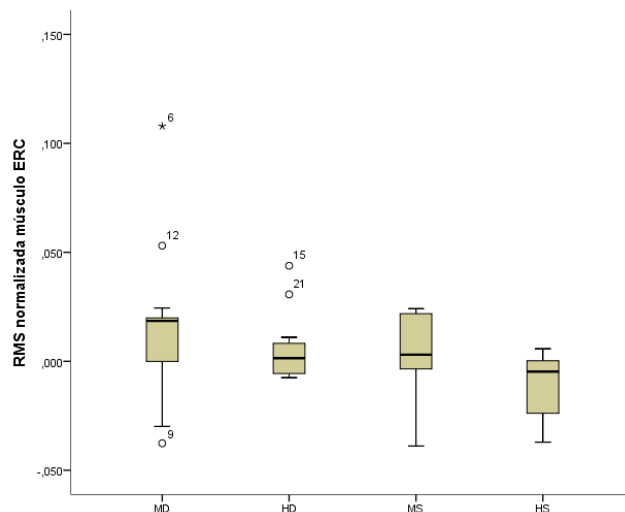


Figura 7. Diagrama de Caixas. Valores médios, representando a influência do espelho na irradiação entre MD, HD, MS e HS. Essa influência foi calculada pela diferença da RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho (equação 3).

° representam os sujeitos com valores máximos; * representam sujeitos com valor outlier

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

Tabela 4. Influência do espelho na irradiação entre MD, HD, MS e HS. Essa influência foi calculada pela diferença da RMS normalizada contralateral à CIVM das tarefas com e sem espelho (equação 2).

		Músculo Extensor radial do carpo
MD (N= 13)	Média	0,016
	Mediana	0,019
	Desvio padrão	0,036
	Mínimo	-0,038
	Máximo	0,108
HD (N= 11)	Média	0,006
	Mediana	0,001
	Desvio padrão	0,017
	Mínimo	-0,008
	Máximo	0,044
MS (N= 10)	Média	0,035
	Mediana	0,003
	Desvio padrão	0,019
	Mínimo	-0,039
	Máximo	0,024
HS (N= 10)	Média	-0,011
	Mediana	-0,005
	Desvio padrão	0,153
	Mínimo	-0,037
	Máximo	0,006

Fonte: Elaborada pela autora, 2015.

DISCUSSÃO

Nossos resultados não confirmam a hipótese inicial de que haveria maior atividade eletromiográfica contralateral durante a tarefa realizada com a técnica do espelho associada à CIVM. Em dois estudos foram encontradas avaliação eletromiográfica contralateral de músculos do membro superior durante a técnica do espelho em que a imagem do membro em atividade era observada pelos sujeitos como sendo a de seu membro contralateral, com metodologia semelhante a esse estudo, sobretudo quanto ao posicionamento dos membros superiores. Apenas no estudo de Furukuwa, Suzuki e Sukuda (2012) foi encontrado significância em maior atividade eletromiográfica durante tarefa com espelho, comparada à tarefa sem espelho, para o músculo primeiro interósseo dorsal, durante movimento de realizar

círculos com a mão dominante. No estudo de Garry, Loftus e Summers (2005), que também utilizaram metodologia semelhante ao nosso, ao realizarem tarefa de oposição do polegar unilateral, foi encontrada maior excitabilidade do córtex motor primário (potencial motor evocado) durante tarefas com espelho comparadas às sem espelho; porém, mesmo sendo encontrada resposta significativa para o sistema nervoso central, na análise eletromiográfica, não houve diferença significativa entre as tarefas com e sem espelho.

Durante a tarefa com o espelho no estudo de Furukuwa, Suzuki e Sukuda (2012) a atividade muscular aumentou à medida que se repetia a atividade. Vale ressaltar que foram analisadas 4 repetições, onde foi encontrada diferença estatística nas duas últimas e não na média aritmética como utilizada nesse estudo. No presente estudo, apesar da tendência de média de RMS normalizada ser crescente no decorrer das três repetições, não foi encontrada diferença estatística para nenhum dos dois músculos analisados.

O achado de que o espelho causou uma sutil influência positiva na irradiação para MD, HD e HD e negativa HS, é um dado interessante para futuras pesquisas, para que no futuro possa ser levado em consideração na escolha de terapias adequadas para cada indivíduo. O fato de as mulheres destros e sinistras terem apresentado influência positiva pode ser explicado pelos níveis de imagética cinética mental em mulheres, serem maiores que os homens, como o encontrado no estudo de Raposo, Costa e Carvalho (2001) durante aplicação de um questionário sobre imaginação. A influência negativa encontrada pelo espelho em homens sinistros pode estar relacionada com a assimetria na comunicação entre os hemisférios que diferem com a lateralidade de destreza (destros e sinistros) e se manifestaram em medidas de estimulação transcraniana no estudo de Bernard, Taylor e Seidler (2010).

Bernard, Taylor e Seidler (2010) examinaram lateralidade da destreza, utilizando o questionário Edinburgh Handedness Inventory (escore de 13 itens), tempo de comunicação inter-hemisférica e potencial motor evocado com músculo primeiro interósseo dorsal em repouso, e encontraram que sujeitos menos lateralizados tinham tempo de transferência inter-hemisférica próximos a zero, e essa comunicação rápida gera portanto representações motoras contralaterais simétricas (maior potencial motor evocado ipsilateral), também encontram que indivíduos declarados sinistros apresentam menor lateralidade.

Terapias com o espelho já mostraram seu diferencial no tratamento de sequelas motoras, como no estudo de Gaspar, Hotta e Sande de Souza (2011), que, ao comparar casos de pacientes semelhantes quanto ao hemisfério e local afetados, com sequelas motoras (paresia) e incapacidades funcionais semelhantes, tratados com e sem a terapia com espelho, verificaram que a terapia de espelho combinada com a reabilitação convencional auxiliou na

recuperação da força, destreza e coordenação motora fina. Já tem sua comprovação fisiológica, como no estudo de Matthys et al. (2009), em que encontraram durante movimento da mão direita, com os sujeitos observando sua imagem no espelho (simulando a mão esquerda), ativação de todas as áreas do cérebro maiores durante a experiência do espelho do que na experiência sem espelho, além de ativação das áreas relacionadas ao membro que permanecia estático. O efeito da técnica no músculo já foi comprovado como no estudo de Furukuwa, Suzuki e Sukuda (2012). Nosso estudo, porém, é o primeiro ao avaliar a atividade eletromiográfica do membro contralateral utilizando uma resistência (CIVM) associada à terapia com espelho. Nossos resultados são provenientes de uma única reprodução da técnica. Novos estudos são necessários com terapias a longo prazo para que o uso do espelho seja mais explorado e caso tenha resultados positivos, seja reproduzido no tratamento de acometimentos sensório motores.

CONCLUSÃO

Concluimos que uma única experiência com a caixa do espelho associada à CIVM não influenciou em maior ativação muscular contralateral. É possível perceber influência positiva para MD, HD e MS e negativa para HS. Os resultados encontrados podem servir de direcionamento para novos estudos, com aplicação do uso do espelho durante um período maior, para que, se forem encontrados resultados positivos com o uso do espelho associada a resistência, posteriormente possa ser reproduzido e utilizado como auxílio na recuperação de sujeitos lesados.

REFERÊNCIAS

- ADDAMO, P. K. et al. The effects of age and attention on motor overflow production-A review. **Brain Res. Rev.**, Amsterdam, v. 5, n. 4, p.189–204, 2007.
- ALTSCHULER, E. L. et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. **Lancet**. London, v. 353, n. 9169, p. 2035-6, jun. 1999.
- BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. Muscle alive: their function revealed by electromyography. 5 th ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1985.
- BERNARD, A. J.; TAYLOR, S. F.; SEIDLER, R. D. Handedness, dexterity, and motor cortical. **J. Neurophysiol.**, Bethesda, US, v. 105, n. 1, p. 88-99, 2011.

BLACKWELL, R. H.; KORNATZ, K.W.; HEALTH, E. M. Effect of grip span on maximal grip force and fatigue of flexor digitorum superficialis. **Appl. Ergon.**, Oxford. v. 30, n. 5, p. 401-405, 1999.

CORRÊA, F. I. et al. Avaliação de ácido lático em indivíduos saudáveis após utilização de EENM em músculo tibial anterior com protocolos de repouso diferentes. **Conscientiae Saúde.**, São Paulo, v.8, n.1, p.83-89, 2009.

DE LUCA, C. J. et al. Filtering the surface EMG signal: movement artifact and baseline noise contamination. **J. Biomech.**, Elmsford. v. 43, n. 8, p. 1573–1579, may 2010.

FURUKUWA, 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. **J. Rehabil. Med.**, Stockholm, v. 44, n. 11, p.939-943, nov. 2012.

FESS, E. E.; MORAN, C. **Clinical assessment recommendations**. Indianápolis: American Society of Hand Therapistis, 1981.

GARRY, M. I.; LOFTUS, A.; SUMMERS, J. J. Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. **Exp Brain Res.**, Berlin, v. 163, n. 1, p. 118-22, may 2005.

GASPAR, B. E.; HOTTA, T. T. H.; SANDE DE SOUZA, L. A. P. Prática mental na reabilitação de membro superior após acidente vascular encefálico – casos clínicos. **Conscientiae Saúde**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 319-325, 2011.

HERMENS, J. H. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J. Electromyogr. Kinesiol.**, New York, v. 10, n. 5, p. 361-74, oct. 2000.

KENDALL, F. P. et al. **Músculos: provas e funções**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2007.

LEE, D. L. et al. Computer keyswitch force–displacement characteristics affect muscle activity patterns during index finger tapping. **J. Electromyogr. Kinesiol.**, New York, v. 19, n. 5, p. 810-20, oct. 2009.

LIEPERT, J. et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. **Stroke**, Dallas, v. 31, p. 1210-6, 2000.

MATTHYS, K. et al. Mirror-Induced visual illusion of hand movements: a functional magnetic resonance imaging study. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, Chicago, v. 90, n. 4, p. 675-81, apr. 2009.

MOSELEY, G. L. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. **Pain**, Amsterdam, v. 108, n. 1-2, p.192-198, mar. 2004.

PEROTTO, A. O. Anatomical guide for the electromyographer: the limbs and trunk. In: DELAGI, E. F. et al. Anatomical guide for the electromyographer. 5th ed. São Paulo: LTD, 2011. p.54-58.

PREPARATION of the skin. In: SENIAM. Enschede, [201-]. Disponível em: <<http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 10 set. 2014.

RAPOSO, J.V.; COSTA, G.; CARVALHAL, I. M. A imagética kinética e mental em praticantes de esportes coletivos e individuais. **Estud. Psicol.**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 58-75, 2001

RITCHIE, J. B.; CARLSON, T. Mirror, mirror, on the wall, is that even my hand at all? Changes in the afterimage of one's reflection in a mirror in response to bodily movement. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 48, n. 5, p.1495-500, apr. 2010.

SILVA, S. R. D. ; GONÇALVES, M. Comparação de protocolos para verificação da fadiga muscular pela eletromiografia de superfície. **Motriz**, Rio Claro, v.9, n.1, p. 51-58, jan./abr. 2003.

SMURR, L. M. et al. Managing the upper extremity amputee: a protocol for success. **J. Hand. Ther.**, Philadelphia, v.21, n.2, p. 160-75, 2008.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para sujeitos saudáveis foi observada irradiação contralateral durante CIVM para músculos ERC e EUC. A técnica irradiação foi verificada, sem diferença na atividade com o membro dominante e não dominante. A CIVM associada ao uso da caixa do espelho, para uma única experiência não resultou em maior atividade eletromiográfica. Essas informações são pertinentes para a prática clínica e servem como direcionamento para novos estudos para que posteriormente possa auxiliar na recuperação de sujeitos lesados.

7 COMENTÁRIOS, CRÍTICAS E SUGESTÕES

ANTEPROJETO INICIAL: ALTERAÇÕES E/OU ADEQUAÇÕES

A proposta inicial presente no anteprojeto era mais ampla, seria avaliada a ativação muscular contralateral sem a caixa de espelho, com espelho, mas também observando a mão em movimento. Além de que, faríamos as mesmas análises com e sem a carga. Diante das sugestões da banca examinadora da minha qualificação, minha orientadora e eu, decidimos enxugar o projeto para facilitar as análises e, assim, priorizamos avaliar a ativação muscular contralateral com o uso da resistência, para que assim pudessemos explorar a irradiação, e

também a influência do espelho nessa irradiação. A metodologia para coletas da eletromiografia manteve-se a mesma, apenas diminuimos o número de coletas utilizadas.

CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

A metodologia utilizada nesse projeto poderá ser de grande valor para a minha linha de pesquisa, que abrange a biomecânica. A irradiação contralateral e a técnica do espelho são duas técnicas já bastante exploradas na literatura, porém existem inúmeros detalhes para se pesquisar sobre as mesmas, para que possa ser bem utilizadas, ensinadas nas Universidades e reproduzidas nas clínicas para os pacientes. A não influência da dominância na irradiação, o estudo dessa irradiação para músculos do punho, a não influência do espelho na irradiação para uma única experiência que conseguimos observar diante dos resultados, poderá, após publicado, ajudar tanto nas no direcionamento de outras pesquisas para a posterior aplicação na prática clínica.

EVOLUÇÃO INTELECTUAL

O programa de pós graduação em Educação Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro contribuiu muito para minha evolução intelectual. Pelo fato de eu não ser da área da Educação Física, aprendi muito na convivência com meus professores e colegas Educadores Físicos, com discussões sobre assuntos científicos diversos sob pontos de vistas diferentes. As disciplinas, mesmo que para mim tenham sido muito difíceis, pois não tinha conhecimento prévio, ajudaram no meu amadurecimento profissional, intelectual e pessoal, além de ampliar minha visão sobre o que é a ciência. O contato com meu projeto permitiu que eu ampliasse meus conhecimentos sobre a técnica do espelho, irradiação, eletromiografia, cinesiologia e biomecânica.

METAS ATINGIDAS

Desde antes de ingressar na graduação em Fisioterapia, tinha um ímpeto grande pela pesquisa. Durante minha graduação, com minhas experiências com iniciação científica, extensão, monitoria, tive certeza que deveria ingressar em um curso de mestrado. Assim que ingressei nesse programa, apesar da exigência de muito esforço, consegui frequentar e ser aprovada nas disciplinas, que para mim era muito difícil devido ao grande conhecimento

exigido sobre a área de humanas, sobretudo filosofia. E para mim, tudo era novidade. Mas hoje, apesar de ter muito o que aprender, sinto que estou saindo da Pós Graduação com um conhecimento sobre o que é a Educação Física que eu jamais teria, caso não tivesse vivido essa experiência. E isso, sem dúvida, repercutiu na minha conduta como profissional da saúde. Estudei muito e com ajuda de minha orientadora e de um grupo do Laboratório de Engenharia Biomédica da UFU, consegui traçar um protocolo para análise dos meus dados, escrevi um projeto, coletei dados, e aprendi muito durante as coletas. Algo que aprendi e que vou levar para toda minha vida é o trabalho em grupo, que foi fundamental para a minha jornada na Pós Graduação. Fui aprovada na qualificação; analisei meus dados, aprendi e realizei minha própria análise estatística. E, por fim, aprendi um pouco do que é a Ciência.

PARTICIPAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Durante o curso de mestrado, participei de reuniões direcionadas à discussão de artigos diversos, principalmente relacionados a eletromiografia. As reuniões eram vinculadas à minha orientadora, juntamente com alunas da Pós Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia. Acredito que o grupo foi de extrema importância, tanto para adquirir conhecimentos, quanto para a posterior escolha do protocolo de coletas eletromiográficas da minha pesquisa.

Auxiliei na orientação de alunos de iniciação científica, orientando discussões de artigos e orientando no atendimentos aos pacientes. Realizei alguns projetos paralelos com pacientes amputados de membro superior e aprendi muito, além de ter a oportunidade de trabalhar com alunos de iniciação científica auxiliando no projeto. Ministrei aulas no curso de graduação em Fisioterapia da UFTM nas disciplinas de Metodologia da pesquisa sobre cálculos de estatística básica; cinesiologia 1; Bases, métodos e técnicas de Avaliação (avaliação de punho e mão); Clínica neurológica (abordando eletrodiagnóstico de estímulo) e também na Residência Multiprofissional abordando Testes de Funcionalidade aplicáveis na rede de atenção à saúde-comunidade. Também tive oportunidade de auxiliar no atendimento e supervisão aos alunos do estágio no ambulatório de mão do Hospital das Clínicas da UFTM, juntamente com minha orientadora.

Como perspectiva futura, tenho o objetivo de ingressar brevemente em um curso de doutorado, pois é um passo importante para dar continuidade às pesquisas iniciadas, ampliação do meu conhecimento e melhorar minha atuação profissional. Durante o mestrado

adquiri prazer na docência; assim, pretendo, também, atuar nos campos de Ensino, Extensão e Pesquisa.

PRODUÇÃO TÉCNICO CIÊNTIFICA

Congressos e cursos

Participei como ouvinte da disciplina de Bioestatística ministrada na Pós-Graduação em Atenção à Saúde durante todo o ano de 2014, ministrada pelo professor Vanderlei Haas. Durante o primeiro semestre de 2014, participei do Módulo I com os alunos de mestrado do programa e no segundo semestre de 2014, do Módulo 2 com os alunos de doutorado.

XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA | XXIV BRAZILIAN CONGRESS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. 2014.

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE REABILITAÇÃO DA MÃO. 2013.

Artigos aceitos para publicação em periódicos

PELET, D. C. S. ; CUNHA, A.F.S. ; SOUZA ; OLIVEIRA ; FERNANDES, L.F.R.M. .
Electrostimulation as complementary treatment in ulnar nerve lesion. NEURAL REGEN RES
JCR, 2014.

Artigos apresentados em congressos

PELET, D. C. S. ; MORAES, D. F. ; LUIZ, L. ; FREITAS, A. ; BORGES, M.; FERNANDES, L.F.R.M ; SOARES, A. . Efeito da técnica do espelho na atividade muscular dos extensores do punho após lesão do nervo radial. 2014. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica | XXIV Brazilian Congress on Biomedical Engineering. 2014.

PELET, D. C. S. ; MORAES, D. F. ; SHIMANO, S. G. N. ; FERNANDES, L.F.R.M ; SOARES, A.. O efeito da terapia com espelho na ativação muscular do membro amputado. 2014. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica | XXIV Brazilian Congress on Biomedical Engineering. 2014.

FREITAS, A.; LUIZ, L. ; BORGES, M. ; PELET, D. C. S. ; FERNANDES, L.F.R.M. ; SOARES, A. . Análise da irradiação em músculos homólogos e contralaterais durante atividade unilateral de extensão de punho. 2014. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica | XXIV Brazilian Congress on Biomedical Engineering. 2014.

LUIZ, L. ; FREITAS, A. ; BORGES, M. ; PELET, D. C. S. ; FERNANDES, L.F.R.M ; SOARES, A. . Comportamento da frequência mediana do sinal EMG em pacientes pós lesão nervosa periférica. 2014. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica | XXIV Brazilian Congress on Biomedical Engineering. 2014.

Resumos apresentados

FREITAS, A.; LUIZ, L. ; BORGES, M. ; **PELET, D. C. S.** ; FERNANDES, L.F.R.M ; SOARES, A. . Protocolo de coleta de sinal eletromiográfico do músculo extensor radial do carpo durante a realização de terapias de reabilitação. 2014.

PELET, D. C. S. ; MORAES, D. F. ; SHIMANO, S. G. N. ; FONSECA, M. C. R. ; GRECCO, M. A. S. ; FERNANDES, L.F.R.M. Experiência da utilização da terapia com espelho para a analgesia do membro fantasma na amputação no nível do antebraço - Um Relato de caso. 2013. XII CONGRESSO BRASILEIRO DE REABILITAÇÃO DA MÃO. 2013.

PELET, D. C. S. ; GRECCO, M. A. S. ; FERNANDES, L.F.R.M. A fisioterapia como determinador na recuperação da função do membro superior após transferência tendinosa : Estudo de Caso. 2013. XII CONGRESSO BRASILEIRO DE REABILITAÇÃO DA MÃO. 2013.

REFERENCIAS

ADDAMO, P. K. et al. The effects of age and attention on motor overflow production—A review. **Brain res.rev. Amsterdam**. V. 5 4, p.189 – 204 ., 2007

ADDAMO, P. K. et al. A developmental study of the influence of task characteristics on motor overflow. **Brain Cogn.**, New York, v. 69, n. 2, p.413–419, 2009.

ALTSCHULER, E. et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. **Lancet**. London, v. 353, n. 9169, p. 2035-2036, June 1999.

ARMATAS, C.A.; SUMMERS, J.J.; BRADSHAW, J.L. Handedness and performance variability as factors influencing mirror movement occurrence. *J. Clin. Exp. Neuropsychol. Lisse*, v.18, n.6, .p.823–35. 1996a.

ARMATAS, C. A.; SUMMERS, J. J.; BRADSHAW, J. L. Strength as a factor influencing mirror movements. **Hum. Mov. Sci.**, Amsterdam, v. 15, n. 5, p. 689-705, Oct. 1996b.

BLACKWELL, R.H, KORNAZT,K.W., HEALTH,E.M. Effect of grip span on maximal grip force and fatigue of flexor digitorum superficialis. **Appl. Ergon.** Oxford. 30, p. 401-405, 1999.

BOSCHKER MS, BAKKER FC, RIETBERG MB. Retroactive interference effects of mentally imagined movement speed. **J Sports Sci.**, London, v. 18, n. 8, p. 593-603, Aug. 2000.

CALLOW, N.; HARDY, L. The relationship between the use of kinaesthetic imagery and different visual imagery perspectives. **J. Sports. Sci.** London. v.22,p.167-177. 2004

CARROLL, T.J. et al. Contralateral effects of unilateral strength training: Evidence and possible mechanisms. **J Appl Physiol.** Washington. v.73, p. 911–917. 2006.

CERNACEK, J. Contralateral motor irradiation – cerebral dominance. **Arch. Neurol.**, Chicago, v. 4, n. 2, p. 165-162, Feb. 1961.

CHEN, Y., YANG, Z., HSU, M.L., HWANG, I.S. Differences in cross modulation of physiological tremor in pianists and nonmusicians. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Madison, v. 43, n. 9, p. 1707-1715, Sept. 2011.

DECETY J. Do imagined and executed actions share the same neural substrate?. **Cogn. Brain Res.**, Amsterdam, v. 3, n. 2, p. 87–93, Mar. 1996.

DE LUCA, C. Electromyography. In: WEBSTER, J.G. **Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation**. Boston: John Wiley, 2006. p. 98-109.

DICKSTEIN., R. DEUTSCH.,J. E. Motor Imagery in Physical Therapist Practice. **Phys Ther.**, New York.v. 87, n. 7, 2007.

FERY, Y.A. Differentiating visual and kinesthetic imagery in mental practice. **Can J Exp Psychol.** Old Chelsea. V.57,p. 1-10, 2003.

FURUKUWA, 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. **j Rehabil med.** Stockholm. v. 44, p.939-943, 2012.

GASPAR, B.E.; HOTTA, T.T.H.; SANDE DE SOUZA. L.A.P. .Prática mental na reabilitação de membro superior após acidente vascular encefálico – casos clínicos. *ConScientiae Saúde*. São Paulo. v.10, n. 2, p. 319-325, 2011.

GARRY, M.I., LOFTUS, A., SUMMERS, J.J. Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. *Exp. Brain Res.* Berlin. V.163, p.118–122, 2005.

GOMES CF, TREZZA EMC, MURADE ECM, PADOVANI CR. Avaliação eletromiográfica com eletrodos de captação de superfície dos músculos masseter, temporal e bucinador de lactentes em situação de aleitamento natural e artificial. **J Ped.** Rio de Janeiro. v. 82, n.2, p.103-09, 2006.

HELLEBRANDT, F.A. Cross education: Ipsilateral and contralateral effects of unimanual training. **Appl Physiol.** Whashington v. 4, n.2. p.136-144, 1951

HELLEBRANDT FA, WATERLAND JC: Indirect learning: The influence of unimanual exercise on related muscle groups of the same and opposite side. **Am. J. Phys. Med.**, Baltimore. v. 41, p. 45-55, 1962.

HERMENS, J.H.; FRERIKS, B.; KLUG, C. D; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol.**, New York. V.10, n.1, p. 361-74, 2000.

HOY, K.E. et al. Investigating the cortical origins of motor overflow. **Brain Res. Rev.** Amsterdam, v. 46, p.315–327, 2004.

HWANG, I.S, ABRAHAM, L.D. Quantitative EMG analysis to investigate synergistic coactivation of ankle and knee muscles during isokinetic ankle movement. Part 1: time amplitude analysis. **J Electromyogr Kinesiol.** New York. v.11, n.5, p.319-25. 2001

KENDALL, F. P. et al. **Músculos: provas e funções**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2007.

KOROTKOV, A. et al. Comparison of brain activation after sustained non-fatiguing and fatiguing muscle contraction: a positron emission tomography study. **Exp. Brain Res.** Berlin, v.163, p. 65–74. 2005

LEE, D. L. et al. Computer keyswitch force–displacement characteristics affect muscle activity patterns during index finger tapping. **J. Electromyogr. Kinesiol.**, New York, v. 19, n. 5, p. 810-20, oct. 2009.

LIEPERT, J. et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. **Stroke**, Dallas, v. 31, p. 1210-6, 2000.

MATTHYS, K. et al. Mirror-Induced visual illusion of hand movements: a functional magnetic resonance imaging study. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, Chicago, v. 90, n. 4, p. 675-81, apr. 2009.

- MERLETTI, R.; PARKER, P. **Electromyography physiology, engineering, and noninvasive applications**. Hoboken, new jersey: IEEE Press, published simultancously in Canada, 2004.
- MOLENBERGHS, P.; CUNNINGTON, R.; MATTINGLEY, J. B. Brain regions with mirror properties: a meta-analysis of 125 human fMRI studies. **Neurosci. Biobehav. Rev.**, New York, v. 36, n. 1, p. 341-349, 2012.
- MORAES, K . J. R.M ET AL. CUNHA, R A, LINS, O. G; CUNHA, D. A ; SILVA, H J. Eletromiografia de Superfície: Padronização da Técnica. **Neurobiologia**. Recife. V.73, 2010.
- MOSELEY, G. L. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. **Pain**, Amsterdam, v. 108, n. 1-2, p.192-198, mar. 2004.
- MORRISON, H.S; HONG, S.L.; NEWELL, K. M. Similarity in the dynamics of contralateral motor overflow through increasing frequency of movement in a single limb. **Exp Brain Res**. Berlin.v.213,p. 403–414, 2011.
- OLIVEIRA, A.S et al. Influência da posição do braço na relação EMG-força em músculos do braço. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v.15, n.3, p.222- 227, 2008.
- ORSINI, M. et al. Reabilitação Motora na Plexopatia Braquial Traumática: Relato de Caso. **Rev. Neurocienc.** São Paulo.V.16, n.2, p.157-161. 2008
- PASCUAL-LEONE, A. et al. Modulation of Muscle Responses Evoked by Transcranial Magnetic Stimulation During the Acquisition of New Fine Motor Skills. **J. Neurophysiol.** Bethesda. Vol. 74, No. 3, September 1995.
- PANZER, S.; SCHINOWSKI, D.; KOHLE, D. Cross-Education and contralateral irradiation. **J. Hum. Kinet.**, Berlin, v. 27, p.66-79, 2011.
- PARSONS LM. Integrating cognitive psychology, neurology and neuroimaging. **Acta Psychol** . Amsterdam. v.107. p.155–81, 2001.
- PINK, M.S. Contralateral Effects of Upper Extremity Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Patterns. **Phys. Ther.** New York. v. 61, p.1158-1162. 1981.
- PINHEIRO, E.P. et al. A influência do treinamento mental no aperfeiçoamento da técnica do saque do voleibol. **EFDesportes.com. Revista Digital**. Buenos Aires, Ano 15. n.148, 2010.
- POHJA, M., SALENIUS, S., HARI, R. Cortico-muscular coupling in a human subject with mirror movements – a magnetoencephalographic study. **Neurosci. Lett.** v.327, p.185–188, 2002.
- PRIGANC, V.W; STRALKA, S.W. Graded Motor Imagery. **J. Hand. Ther.** Philadelphia. V.24, p. 164 -9, 2011.
- RAPOSO, J.V.; COSTA, G.; CARVALHAL, I. M. A imagética kinetica e mental em praticantes de desportos colectivos e individuais. **Estud. Psicol.**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 58-75, 2001

RITCHIE, J. B.; CARLSON, T. Mirror, mirror, on the wall, is that even my hand at all ? Changes in the afterimage of one's reflection in a mirror in response to bodily movement. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 48, n. 5, p.1495-500, apr. 2010.

RAMACHANDRAN, V. S. Reflecting on the mind. **Nature** .v.452, p.814-815, 2008

RIZZOLATTI, G., CRAIGHERO, L. The mirror-neuron system. **Annu. Rev. Neurosci.** Palo Alto. v. 27, p.169–192. 2004.

REUTER-LORENZ, P.A.; STANCZAK, L. Differential effects of aging on the functions of the corpus callosum. **Dev. Neuropsychol.** Hillsdale. V.18, p.113–137, 2000.

RIZZOLATTI G, FOGASSI L, GALLESE V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. **Nat. Rev. Neurosci.** London. 2, p. 661–70, 2001.

ROSEN, B., LUNDBORG, G. Training with a mirror in rehabilitation of the hand. **Scand F Plast Reconstr Surg Hand Surg.** Stockholm. v.32, p.104-108, 2005.

SHUMWAY-COOK, A; WOOLLACOTT, M. H. Controle Motor: teoria e aplicações práticas. 2. ed., São Paulo: Manole, 2003. 592p

SIQUEIRA, R. Lesões nervosas periféricas: uma revisão. **Rev. Neurocienc.** São Paulo. V.15, n.2, p. 226-233, 2007

SMURR, L.M. et al. Managing the Upper Extremity Amputee: A Protocol for Success. **J. Hand. Ther.** Philadelphia, v.21.n.2, p. 160-75, 2008.

TATAGIBA, M. et al. Nervos Periféricos: diagnóstico e tratamento clínico e cirúrgico. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.

YAVUZER, M. D. et al. Mirror Therapy Improves Hand Function in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. **Arch. Phys. Med. Rehabil** . Chicago. V. 89, n. 3. p. 393-8. March 2008.

ZIJDEWIND, I., KERNELL, D., 2001. Bilateral interactions during contractions of intrinsic hand muscles. **J. Neurophysiol.** 85, 1907–1913.

APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DO SUJEITO SEM LESÃO

Nome:

Data da coleta:

Lateralidade:

Idade:

Dinamometria Direita/Esquerda:

Pratica atividade física:

Medicamentos:

Antecedentes pessoais:

Doença ou lesão em membros superiores:

ANEXO A – PARECER DO ADENDO ENVIADO AO CEP

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIANGULO
MINEIRO**

Departamento de Fisioterapia Aplicada

UFTM

Uberaba, 08 de julho de 2014

Para: Profª. Ana Palmira Soares dos Santos
Coordenadora do CEP

Senhora coordenadora,

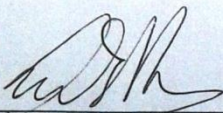
*Aprovado, considerando
a inclusão de grupo
controle, e grupo com
outras lesões, de membros
superiores, com a meta
lista do protocolo n.
2713. 8/10/14*

Profª. Ana Palmira Soares dos Santos
Coordenadora do CEP da UFTM

O projeto “Efeito do biofeedback visual na atividade cortical e no recrutamento muscular de pacientes em recuperação após lesão do nervo radial” foi aprovado neste Comitê de Ética em Pesquisa em 10.01.2014, protocolo número 2713. Devido a importância de estudos como este, sobretudo a avaliação eletromiográfica, em outras disfunções no membro superior, será realizada uma pesquisa paralela em pacientes com amputação de membro superior e com lesões de outros nervos. Afim de realizarmos uma pesquisa de grande qualidade, também haverá necessidade de avaliarmos sujeitos sem lesões em membros superiores, como um grupo controle. Entretanto não haverá alterações nos benefícios propostos no projeto aceito, nem na metodologia proposta, em que serão mantidos os protocolos de avaliação, assim como o de avaliação eletromiográfica.

Na oportunidade solicitamos que o título desse adendo seja alterado para “Efeito do biofeedback visual na atividade cortical e no recrutamento muscular do membro superior” para que no termo de consentimento livre e esclarecido (em anexo) e em futura publicação possamos utilizá-lo dessa forma.

Atenciosamente


Demival Bertoncello
Coordenador do Projeto

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE IDADE

Título do Projeto: “Efeito do biobiofeedback visual na atividade cortical e no recrutamento muscular do membro superior”.

TERMO DE ESCLARECIMENTO PARA OS SUJEITOS DO GRUPO CONTROLE

Você está sendo convidado (a) a participar do estudo “Efeito do biobiofeedback visual na atividade cortical e no recrutamento muscular do membro superior”. O objetivo deste estudo é avaliar o efeito de realizar exercícios com uma das mãos na frente de um espelho e a outra mão escondida atrás do espelho. Com esse exercício você “engana” seu cérebro e faz com que ele “acredite” que o reflexo da mão seja a mão que está escondida (no caso dos indivíduos com lesão, a mão escondida é a a mão que está com a lesão). Os avanços na área da saúde ocorrem através de estudos como este e, para uma melhor avaliação do benefício do espelho, é necessário avaliar tanto indivíduos acometidos por lesões no membro superior, quanto indivíduos sem nenhuma lesão, por isso a sua participação é tão importante.

Caso você tenha interesse em participar, será submetido a uma avaliação fisioterapêutica e também uma avaliação da sua atividade muscular. A avaliação será realizada por fisioterapeutas, docentes ou acadêmicos, previamente treinados pelos orientadores.

Não será realizado nenhum procedimento que lhe traga qualquer desconforto ou risco à sua vida, porém, durante a avaliação da força muscular, você poderá sentir uma sensação de desconforto, como um ”cansaço”, comum nos casos de fraqueza muscular. Se você apresentar qualquer desconforto ou cansaço durante a realização dos testes, informe o(s) pesquisador(es) porque eles são habilitados e estão treinados para fazer as orientações necessárias nesses casos. .

Você poderá obter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificada com um número.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO

Título do Projeto: “Efeito do biobiofeedback visual na atividade cortical e no recrutamento muscular do membro superior”.

Eu, _____, li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e qual procedimento a que serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará meu tratamento. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Eu concordo em participar do estudo.

Uberaba, ____/____/____

Assinatura do sujeito ou seu responsável legal

Documento de Identidade

ProfDrDernivalBertoncello

Assinatura do pesquisador orientador


Telefone de contato dos pesquisadores responsáveis:

Professor Dr. DernivalBertoncello

Telefones: 91058114

Em caso de dúvida em relação a esse documento, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelo telefone 3318-5776

ANEXO C – INCLUSÃO DE MEMBRO AO PROJETO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO

Departamento de Fisioterapia Aplicada

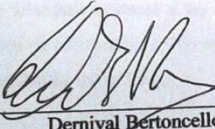
Uberaba, 08 de julho de 2014

Para: Prof. Ana Palmira Soares dos Santos
Coordenadora do CEP

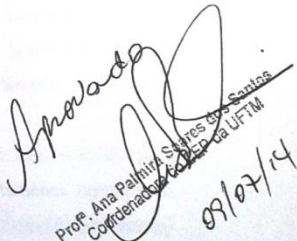
Senhora coordenadora,

Solicito que Danyelle Cristina Silva Pelet, aluna de Mestrado desta instituição, telefone: 92592145; email: danyellepelet@hotmail.com, seja acrescentada como membro do projeto "Efeito do biofeedback visual na atividade cortical e no recrutamento muscular do membro superior", aprovado neste Comitê de Ética em Pesquisa em 10.01.2014, protocolo número 2713.

Atenciosamente



Demival Bertencello
Coordenador do Projeto



Prof. Ana Palmira Soares dos Santos
Coordenadora do CEP da UFTM

08/07/14