



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
CURSO DE FISIOTERAPIA**

CAIO HENRIQUE OLIVEIRA PINTO BRANDÃO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIA DE ALTA
FRENQUÊNCIA SOBRE A FUNÇÃO MOTORA NA LESÃO MEDULAR
INCOMPLETA: ESTUDO DE CASOS**

CAMPINA GRANDE

2017

CAIO HENRIQUE OLIVEIRA PINTO BRANDÃO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIA DE ALTA
FREQUÊNCIA SOBRE A FUNÇÃO MOTORA NA LESÃO MEDULAR
INCOMPLETA: ESTUDO DE CASOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof^ª. Ms. Gilma Serra Galdino.

CAMPINA GRANDE

2017

B819e Brandão, Caio Henrique Oliveira Pinto.

Efeitos da estimulação magnética transcraniana de alta frequência sobre a função motora na lesão medular incompleta [manuscrito] : estudo de casos / Caio Henrique Oliveira Pinto Brandão. - 2017.

31 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2017.

"Orientação: Profa. Ma. Gilma Serra Galdino, Departamento de Fisioterapia".

1. Neuromodulação. 2. Lesão medular. 3. Reabilitação neurológica. I. Título.

21. ed. CDD 615.845

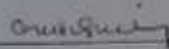
CAIO HENRIQUE OLIVEIRA PINTO BRANDÃO

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA DE ALTA
FREQUÊNCIA SOBRE A FUNÇÃO MOTORA NA LESÃO MEDULAR
INCOMPLETA: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Fisioterapia.

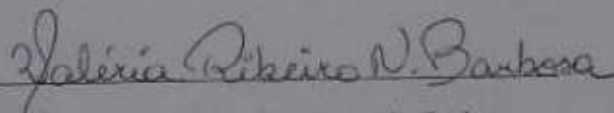
Aprovado em: 05/02/2017

BANCA EXAMINADORA



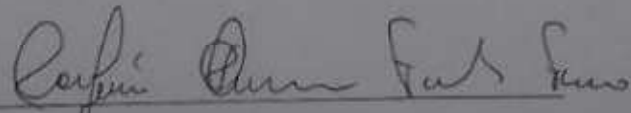
Prof. Ms. Gilma Serra Galdino (Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dra. Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa

Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dra. Carlúcia Ithamar Fernandes Franco

Universidade Estadual da Paraíba

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos participantes desta pesquisa, que tornaram de maneira honrosa tudo isso possível. Nos seus olhos cheios de esperança e confiança é onde se encontram o sentido e a razão de tanto trabalho. Esse olhar mantém vivo em nós pesquisadores, o principal objetivo da pesquisa científica, de promover descobertas que tragam melhorias para a sociedade. Restando somente a gratidão e a felicidade de poder ter feito parte da vida de cada um, podendo proporcionar o mínimo que seja de melhora e qualidade de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que tornou tudo possível! Que sempre me foi fonte de forças para continuar, mesmo nos momentos mais difíceis dos caminhos tortuosos enfrentados até aqui, fazendo-me perceber que tudo era possível até quando eu já não acreditava mais.

A minha família, minha mãe, meu pai, meus tios, que sempre me apoiaram, desde a escolha do curso até aqui, todos os momentos acreditando e apostando suas fichas em mim. Toda essa crença foi combustível para me manter firme e forte nessa jornada.

Aos meus amigos, cada um que esteve ao meu lado. Nos bons e maus momentos, alegrias, tristezas, estresses... Sem vocês ao meu lado nada teria conquistado.

A meus colaboradores e colegas de pesquisa, Patrícia Emanuela Pereira de Gois, Débora Araújo do Nascimento e Ianne Monise Soares Medeiros, sou grato pela colaboração e parceria estabelecida no desenvolvimento deste trabalho.

Às professoras Gilma Serra Galdino e Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa, minhas orientadoras ao longo de minha jornada acadêmica, as quais tem minha admiração, carinho e gratidão por todo apoio. Agradeço a cada uma, suas contribuições e ensinamentos para minha formação e amadurecimento profissional.

A todos os funcionários do Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, que sempre me atenderam de forma solícita, me ajudando e tornando possível a realização desta pesquisa.

Ao curso de fisioterapia que mudou minha vida completamente, me dando responsabilidades antes nunca experimentadas por mim e me mostrando toda a imensidão e beleza desta profissão.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma estiveram ao meu lado, ou contribuíram para que tudo seja possível e incrível.

**“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você
estará fazendo o impossível.”**

São Francisco de Assis

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIA DE ALTA FREQUÊNCIA SOBRE A FUNÇÃO MOTORA NA LESÃO MEDULAR INCOMPLETA: ESTUDO DE CASO

BRANDÃO, Caio Henrique Oliveira Pinto

RESUMO

Introdução – A lesão medular é uma condição clínica complexa que envolve uma série de manifestações clínicas permanentes e incapacitantes, que pode ser ocasionada por disfunção da medula espinhal decorrente de lesões que afetem a anatomia deste órgão. Nas lesões incompletas há uma preservação parcial de circuitos das vias corticoespinhais, podendo haver comunicação entre os comandos centrais e o sistema musculoesquelético. **Objetivo** – Verificar os efeitos da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) de alta frequência sobre a motricidade voluntária em indivíduos com diagnóstico de Lesão Medular Incompleta. **Metodologia** – Estudo de casos, do tipo cross-over, duplo cego, placebo controlado, quase-experimental. A amostra foi composta por dois indivíduos do gênero masculino avaliados por meio dos seguintes instrumentos: Exame Eletromiográfico (EMG); Escala de Fugl-Meyer para Membros Superiores e Inferiores (EFM); Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada (EEAM). **Resultados** – Os escores obtidos com a EFM e a atividade elétrica dos músculos examinados pelo EMG aumentaram após a intervenção, indicando melhora na motricidade voluntária. **Conclusão** – A terapia por EMTr de alta frequência possui potencial efeito benéfico no tratamento de indivíduos com lesão medular incompleta, entretanto é necessária a realização de mais estudos para melhor compreensão destes efeitos.

PALAVRAS-CHAVE: Neuromodulação; Lesão Medular; Reabilitação Neurológica.

EFFECTS OF HIGH-FREQUENCY TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION ON THE MOTOR FUNCTION IN INCOMPLETE MEDULAR INJURY: CASE STUDY

BRANDÃO, Caio Henrique Oliveira Pinto

ABSTRACT

Introduction: Spinal cord injury is a complex clinical condition that involves a series of permanent and disabling clinical manifestations, which can be caused by spinal cord dysfunction occasioned from injuries that affect the anatomy of this organ. In incomplete injuries, there is a partial preservation of the corticospinal pathways circuits, and there still have communication between central commands and musculoskeletal system. **Objective:** To verify the effects of high-frequency repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) on voluntary motor skills in individuals that were diagnosed with Incomplete Spinal Cord Injury. **Methods:** It is a case study, with double blind, crossover trial analysis and quasi-experimental design. The sample involved two male individuals which have been evaluated using the following instruments: Eletromyographic Examination (EMG); Fugl-Meyer Scale for Upper and Lower Limbs (FMS); Modified Ashworth Spasticity Scale (MAS). **Results:** The FMS scores and electrical activity of the muscles examined by the EMG increased after the intervention, demonstrating an improvement in voluntary motricity. **Conclusion:** High-frequency rTMS therapy has a potential positive effect in the treatment of individuals with incomplete spinal cord injury, nonetheless, further studies are needed to comprehend better the effects.

KEY WORDS: Neuromodulation; Spinal Cord Injury; Neurological rehabilitation.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Evolução da atividade motora funcional do participante 1 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.....22
- Gráfico 2.** Evolução da atividade eletrofisiológica dos músculos avaliados no participante 1 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.....23
- Gráfico 3.** Evolução da atividade motora funcional do participante 2 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.....24
- Gráfico 4.** Evolução da atividade eletrofisiológica dos músculos avaliados no participante 2 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.....25

LISTA DE SIGLAS

EMT – Estimulação Magnética Transcraniana

EMTr – Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva

LM – Lesão Medular

LMI – Lesão Medular Incompleta

EMG – Exame Eletromiográfico

EFM – Escala de Fugl-Meyer para Membros Superiores e Inferiores

EEAM – Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

LaNeC – Laboratório de Neurociências e Comportamento Aplicadas

M1 – Córtex Motor Primário

MEEM – Mini-Exame de Estado Mental

HAM-D – Escala de Depressão de Hamilton

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO LITERÁRIA	13
3. METODOLOGIA	18
3.1. Tipo de Pesquisa	18
3.2. Local e Período da Pesquisa	18
3.3. Amostra	18
3.4. Critérios de Inclusão e Exclusão	18
3.5. Instrumentos para Coleta de Dados:	19
3.5.1. Escala de Fugl-Meyer para Membros Superiores e Inferiores	19
3.5.2. Exame Eletromiográfico	19
3.5.3. Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada	20
3.6. Procedimento da Coleta de Dados	20
3.7. Aspectos Éticos	21
4. RESULTADOS	22
4.1. Relato de casos:	22
4.1.1. Caso 1	22
4.1.2. Caso 2	23
5. DISCUSSÃO	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A lesão medular é uma entidade clínica decorrente de uma agressão à medula espinhal (BARBOSA et. al, 2014), que pode levar a déficits neurológicos que afetam a função motora, sensitiva e autonômica do indivíduo, segundo acrescentam Bruni et. al (2004).

No Brasil, a cada ano, cerca de cinco a seis mil indivíduos tornam-se vítimas de tal condição clínica que engloba diversas manifestações sintomatológicas em virtude da perda de integridade do tecido nervoso medular e consequente perda de função, ou função insuficiente da medula. (FECHIO et. al, 2009).

No que se refere à morfologia, Umphred (2004), Greve (1999) e Bruni et. al (2004) apontam que ela pode ser classificada em completa, quando há transecção completa da medula e perda total de função sensório motora abaixo do nível da lesão, e incompleta, quando a medula não é completamente seccionada e há preservação sensório motora, seja ela funcional ou não. Nesse caso, das lesões incompletas, há preservação de certa quantidade dos circuitos das vias motoras e sensitivas, o que proporciona um prognóstico melhor, com possibilidade de regressão do quadro clínico dependendo dos processos de plasticidade neural, capacidade do sistema nervoso em se reorganizar formulando uma resposta de acordo com as experiências e com isso gerando modificações que visam apoiar a função cerebral. É o que ocorre após uma lesão piramidal, como é o caso da lesão medular, onde há uma adaptação para que ocorra a recuperação funcional (MARINOVIC, 2016).

Segundo Müller et. al (2013), a Estimulação Magnética Transcraniana (EMT), descrita por Anthony Backer em 1985, é uma técnica não invasiva, não dolorosa e simples de estimulação do sistema nervoso central, em especial do córtex cerebral. Para sua aplicação é utilizado um aparelho capaz de produzir um campo eletromagnético que atravessa o crânio e estimula a área alvo por meio do princípio físico da indução.

Marinovic (2016) destaca ainda que, as técnicas de Neuromodulação, como a EMT, são eficazes no ponto de vista que além de permitirem modular a atividade neuroplástica de forma mais direta, geram ainda a possibilidade de examinar diversos mecanismos da função cerebral.

Barbosa et. al (2014) apontam que após o uso da EMT de alta frequência em sua forma repetitiva é possível obter um aumento da excitabilidade das áreas corticais estimuladas com melhora da função motora prejudicada após uma lesão medular incompleta.

O grande desafio da reabilitação em neurologia é orientar tais processos neuroplásticos de forma a tornar o rearranjo, obtido pelo processo, compatível com a

funcionalidade normal do sistema motor do indivíduo e a aplicação da EMT mostra-se como uma ferramenta útil para orientação deste processo biológico (WITTENBERG, 2010).

Diante disto, o presente estudo visa verificar a influência da EMTr no processo de plasticidade neural sobre os circuitos remanescentes das vias corticoespinhais após uma lesão incompleta da medula, a fim de promover melhorias no quadro clínico, ganhos motores e de independência funcional para o paciente acometido por lesão medular incompleta.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A Lesão Medular (LM) é uma condição com significativas manifestações clínicas incapacitantes e permanentes, geradas por insuficiência parcial ou total do funcionamento da medula espinhal, decorrente de uma lesão que afeta a integridade anatômica deste órgão (CHARI et. al,2017; FECHIO et. al, 2009).

Para Chari et. al (2017) a LM trata de um dano gerado à medula espinhal na maioria dos casos por meio de processos traumáticos e o quadro sindrômico é determinado tanto pela extensão quanto pela localização da lesão, podendo levar a quadros motores diversos, a depender dos segmentos medulares afetados.

Doreto (2005) e Umphred (2004) concordam ao afirmar que o local da lesão medular exprime grande importância na caracterização dos quadros sindrômicos, típicos das síndromes medulares.

A LM pode ser classificada em completa e incompleta, como apontam Umphred (2004), Greve (1999) e Bruni et. al (2004), sendo a completa quando há ausência total de sensibilidade e motricidade abaixo do segmento lesionado decorrente de lesão completa do órgão, enquanto que na incompleta há preservação parcial da função sensório-motora abaixo do nível da lesão, devido a preservação parcial de suas estruturas.

Bruni et. al (2004) classificam ainda a LM incompleta em três tipos, a sensitiva com preservação da função motora e de certo grau de sensibilidade abaixo do segmento lesionado; a motora não funcional quando há motricidade abaixo do nível da lesão, mas esta não é funcional; e a motora funcional, com motricidade funcional preservada abaixo da lesão.

A Lesão Medular Incompleta (LMI) advém de processos que afetam parcialmente a integridade da medula espinhal (BARBOSA et. al, 2014), podendo ser causada por lesões traumáticas, como acidentes de trânsito, quedas, acidentes de trabalho, acidentes esportivos e ferimentos por arma de fogo, bem como por processos vasculares que levem isquemia, hipóxia e formação edema, que causam danos tanto a mielina quanto aos axônios medulares, como afirmam Bruni et. al (2004).

Em geral há a instalação de um quadro de Síndrome Piramidal, descrito por Doreto (2005), com déficits de motricidade voluntária, pela lesão de fibras do tracto corticoespinhal, e exaltação do sistema Motor Extrapiramidal com hipertonia elástica e eletiva, hiperreflexia, clônus, sincinesias, automatismo medular e sinal de Babinski, em decorrência da ausência da inibição que o sistema piramidal imprime aos demais sistemas motores, que se segue à fase chamada de choque medular, que segundo Machado (2006), configura-se como uma situação de déficit de sensibilidade e motricidade, reflexa e voluntária, com hipotonia ou atonia total

nos níveis abaixo da lesão; quadro que se reverte com o passar do tempo no caso das LM incompletas, com retorno exacerbado da motricidade reflexa e aparecimento do sinal de Babinski, sinais típicos, mencionados por Doreto (2005) de Síndrome Piramidal.

É sabido que após uma lesão medular ocorre uma reorganização funcional dos circuitos e vias neuronais preservados, o que pode contribuir para uma recuperação das funções perdidas. Tal processo ocorre por meio da neuroplasticidade, porém no sistema nervoso central esse processo pode gerar uma série de alterações não-adaptativas que impedem a recuperação completa do paciente acometido, sendo o desafio da reabilitação promover um direcionamento modulador que indique a orientação correta da plasticidade neuronal a fim de permitir o restabelecimento da função (BENITO et. al, 2012; ELLAWAY et. al, 2014).

Wittenberg et. al – 2010, apontam ainda que a recuperação pode ocorrer por múltiplos mecanismos, como a restauração da função de neurônios danificados; a mudança na estrutura e função dos neurônios remanescentes intactos (e glia relacionados); e por fim formação de novas estratégias comportamentais para realizar as funções comprometidas.

O grande enfoque da reabilitação após lesão neurológica é a plasticidade, segundo descrevem Pascual-Leone et. al (2005). Uma propriedade intrínseca do sistema nervoso humano, sendo entendida como uma consequência da atividade neuronal e dos fatores ambientais, configurando-se como a melhor forma de utilizar a função limitada do sistema nervoso lesionado.

No córtex cerebral há uma representação somatotópica na área motora, área 4 de Broadman, localizada no giro pré-central, de cada região corporal de acordo com a funcionalidade e o tipo de motricidade (fina ou de força) predominante na região, conhecida como Homúnculo de Penfield (MACHADO, 2006). Com a perda de aferência e eferência periféricas, as áreas corticais, responsáveis pelas regiões abaixo do nível neurológico lesionado perdem em tamanho para áreas subjacentes que permanecem com seus circuitos e vias íntegros (WITTENBERG et. al, 2010).

Segundo Roy et. al (2010), é possível observar em estudo de imagens radiológicas do encéfalo que a atividade de Córtex Motor primário (M1) é reduzida em casos de lesão medular incompleta logo após e em consequência da lesão medular, porém essa atividade volta a ser registrada de maneira progressiva ao longo da recuperação do paciente, podendo haver um fortalecimento das vias corticoespinhais com aumento do potencial motor evocado, intensificado pelo uso da intervenção com EMTr.

A LM segundo Wittenberg et. al (2010), é grande fonte de incapacidade funcional que resultam de comprometimentos e disfunções neuronais e a recuperação desses pacientes decorre provavelmente de modificações na estrutura e função dos neurônios remanescentes, e essa plasticidade é o alvo das estratégias de reabilitação.

A estimulação cortical pode ser usada tanto para reativar estruturas hipoativas quanto para inibir estruturas hiperativas, além de ser ferramenta útil para melhorar o processo natural de reorganização cortical (ARAÚJO et. al, 2011).

Nesse aspecto inserem-se as técnicas de reabilitação neurológica segundo Gutiérrez-Martínez et. al (2014), a fim de aproveitar as estruturas remanescentes após uma lesão do sistema nervoso, de forma a desenvolver meios para que o indivíduo reaprenda, ou compense a função que era executada sob o comando das estruturas lesionadas e uma vez que a utilização de técnicas como a EMT possibilita alterações excitatórias a nível cortical e haveria uma potencialização do processo neuroplástico natural.

Brasil Neto (2004) destaca a descoberta da EMT por Barker em 1985 e a caracteriza como a aplicação de pulsos magnéticos que variam rapidamente sobre o crânio intacto, que geram por meio da indução eletromagnética (Lei de Faraday) a formação de pequenas correntes elétricas para despolarização dos motoneurônios no córtex cerebral. A EMTr gera um campo magnético variável, que secundariamente induz uma alteração eléctrica transiente, predominantemente em áreas corticais superficiais (VOLZ et. al, 2012). Constitui-se de múltiplos estímulos aplicados na forma de trens de alta frequência, quando os pulsos ocorrem numa frequência superior a 1Hz, e de baixa frequência ou lenta, quando igual ou inferior a 1Hz. Tal classificação baseia-se nas diferenças fisiológicas encontradas entre os dois tipos de estimulação, em que altas frequências possuem efeito em geral excitatório, enquanto as de menor valor possuem efeito inibitório. (ARAÚJO, et. al, 2011; ELLAWAY, et. al, 2014)

Segundo Ellaway et. al (2014), a neuroplasticidade cortical e medular podem ser induzidas por meio da Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva (EMTr) de forma não invasiva aumentando a excitabilidade, ou inibindo a atividade neuronal a longo prazo.

A terapia por meio de EMTr gera mudanças e estas podem ser duradouras para além do tempo no qual discorre a aplicação a estimulação, destacando ainda que os efeitos prolongados a EMTr se dão através de processos de plasticidade funcional, com novas formações sinápticas, o que abre um leque de perspectivas no que diz respeito à reabilitação de doenças crônicas (ARAÚJO et. al, 2011; MACHADO et. al, 2011).

Segundo Squair et. al (2016), o uso de técnicas de estimulação eletrofisiológica, dentre elas a EMT e outras formas de estimulação eléctrica, são de grande importância na

terapia de indivíduos com lesão medular, inclusive em lesões completas, pois auxiliam na determinação do grau de preservação da atividade muscular remanescente pós lesão, podendo assim servir como norte também de avaliação para prescrição de tratamentos e técnicas mais adequadas.

Benito et. al (2012) apontam o uso da EMTr como ferramenta útil na promoção da recuperação funcional, principalmente no que diz respeito ao treino da marcha, uma vez que a EMTr é capaz de modular a excitabilidade cortical, bem como é capaz de induzir alterações na saída das vias corticoespinhais descendentes.

Para Lu et. al (2015), o papel da EMT como estratégia terapêutica no caso de lesões medulares a nível cervical precisa ser mais estudada e investigada por meio de pesquisas maiores, com maior amostra e com mais controle do ponto de vista metodológico, pois os estudos incluídos tratavam de estudos de casos que relataram melhoria na funcionalidade dos membros superiores em tetraplégicos, entretanto não foi observado ganho de força muscular.

Ellaway et. al (2014), destacam ainda que há uma vasta gama literária no tocante ao uso da EMTr na modulação do córtex motor humano (M1), entretanto há uma certa discordância sobre os efeitos desta sobre M1, uma vez que os efeitos da estimulação por meio de EMTr dependem da frequência, do número de impulsos, padrão, duração e intensidade da estimulação.

Benito et. al (2012), constatou em estudo randomizando com EMTr de alta frequência efeito positivo desta sobre a reabilitação funcional da marcha, bem como para a redução dos níveis de espasticidade após a aplicação de 15 sessões de intervenção com EMTr.

Barbosa et. al (2014) apontam que a utilização de EMTr de alta frequência em pacientes com LMI pode levar há melhorias no nível de incapacidade do paciente, bem como da função motora pesquisada após a aplicação de intervenções.

Em estudo Kumru et. al (2010), testaram a aplicação dos pulsos de EMTr em LMI a fim de constatar seus efeitos sobre a espasticidade e apontam que ao final do estudo foram encontradas melhorias clínicas para os níveis de espasticidade apenas após a aplicação das sessões de EMTr real durante até 1 semana após a estimulação, entretanto não foram observadas modificações nos achados neurofisiológicos, mesmo após aplicação de EMTr real.

Segundo Korzova et. al (2016), foi possível determinar por meio de metanálise que o uso da EMT leva a efeitos benéficos reduzindo os níveis de espasticidade em indivíduos com lesões ao nível de tronco encefálico e de medula espinhal.

Em metanálise, Tazoe & Perez (2015), apontam que a EMTr apresenta grande potencial para ser usada como ferramenta de tratamento na reabilitação após uma lesão da

medula espinal, entretanto destaca a necessidade de mais estudos com amostra mais homogêneas, além do enfoque maior na fisiopatologia das vias residuais para determinação de protocolos de EMTr, uma vez que os resultados encontrados foram limitados e variáveis de estudo para estudo.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

Estudo de casos, do tipo *cross-over*, duplo cego, quase-experimental.

3.2 Local e Período da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Neurociências e Comportamento Aplicadas (LaNeC) sediado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), no cidade de Campina Grande/PB, durante os meses de Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro de 2016 e Janeiro e Fevereiro de 2017.

3.3 Amostra

A amostra foi composta por dois indivíduos com diagnóstico de lesão medular incompleta, que aceitaram participar do estudo e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) tendo participado de todas as fases do estudo.

3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos no estudo os indivíduos:

- De ambos os sexos;
- Com idade entre 18 e 60 anos;
- Com diagnóstico de Lesão Medular Incompleta;
- Sem histórico de crises convulsivas;
- Com eletroencefalograma normal;
- Que possuíam scores satisfatórios nas escalas Mini-Exame de Estado Mental (MEEM) e Escala de Depressão de Hamilton (HAM-D);
- Que aceitaram participar do estudo;
- Que não faltaram a nenhuma fase do estudo.

Foram excluídos do estudo os pacientes que:

- Possuíam marcapasso cardíaco ou outros aparelhos que possam ser influenciados por campo magnético bem como, implantes metálicos no crânio;
- Histórico de crises convulsivas ou eletroencefalograma com alterações;
- Apresentavam distúrbios neurológicos e/ou psiquiátricos;
- Que tivesse faltado a alguma etapa do estudo.

3.5 Instrumentos para Coleta de Dados

Para a coleta de dados foram utilizadas a Escala de Fugl-Meyer para Membros Superiores e Inferiores, a Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada e o Exame Eletromiográfico (EMG).

3.5.1 Escala de Fugl-Meyer para Membros Superiores e Inferiores

A Escala de Fugl-Meyer para Membros Superiores e Inferiores trata-se de um instrumento de avaliação e mensuração do acometimento dos sistemas motor e sensorial, utilizada amplamente em pacientes com comprometimentos oriundos de Acidente Vascular Encefálico (MAKI et. al – 2006; MICHAELSEN et. al – 2011).

Maki et. al (2006), ressaltam que a EFM é um instrumento que avalia amplitude de movimento, dor, sensibilidade, função motora da extremidade superior e inferior e equilíbrio, além da coordenação e velocidade, totalizando 226 pontos acumulativos. Dentre tais aspectos, em nossa pesquisa só serão contabilizadas as pontuações correspondentes a função motora dos membros superiores e inferiores, dor e amplitude de movimento.

Para cada item avaliado, o avaliador atribui uma pontuação previamente determinada de 0 a 2, na qual 0 deve ser atribuído quando o paciente não consegue realizar a função, 1 quando realiza parcialmente e 2 quando a função é realizada completamente (FUGL-MEYER et. al – 1975; MAKI et. al – 2006).

Fugl-Meyer et al. (1975), determinaram ainda, pontuações de corte, levando em consideração o nível de comprometimento motor. Nos pacientes com score menor que 50 pontos caracteriza-se um comprometimento motor severo; 50-84 marcante; 85-95 moderado; e 96-99 leve.

3.5.2 Exame Eletromiográfico

O Exame Eletromiográfico (EMG) é considerado um método confiável, seguro, fácil e não invasivo de avaliação da atividade eletrofisiológica e da função muscular no geral. É amplamente utilizada na atualidade para o acompanhamento de doenças neuromusculares e de traumatismos. Com a EMG é possível registrar os potenciais de ação do músculo por meio de eletrodos em contato com a pele do participante sobre os músculos a serem avaliados, os

quais permitem o processamento dos sinais captados e reprodução das ondas na tela de um microcomputador. (MATA et. al – 2006).

Para a captação dos sinais eletromiográficos durante o exame, foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos Miotool (Miotec®), software Miograph (Miotec®) calibrado com frequência de amostragem de 1000 Hz, ganho total de 2000 vezes, filtro passa alta de 50 Hz, filtro passa baixa de 600 Hz e notch (60Hz).

3.5.3 Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada

A Escala de Espasticidade de Ashworth modificada é o instrumento mais utilizado na prática semiológica clínica, uma vez que possui uma confiabilidade e reprodutibilidade interobservador bastante fidedigna (LIANZA – 2001).

Trata-se de uma avaliação qualitativa da resposta obtida pelo terapeuta ao realizar a manipulação passiva das extremidades através do arco de movimento rápido nas articulações acometidas pela hipertonía espástica a serem avaliadas (LIANZA – 2001; FERREIRA – 2011).

3.6 Procedimento da Coleta de Dados

O estudo foi realizado em 4 etapas. A primeira etapa compreendeu a seleção dos participantes e as avaliações iniciais. Nesta fase o estudo foi explicado aos participantes, foi assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Após isso, os participantes selecionados seguiram para a segunda etapa do estudo, na qual foi avaliada a motricidade voluntária e a atividade eletrofisiológica dos músculos dos membros inferiores, por meio da Escala de Fugl-Meyer para membros superiores e inferiores (EFM), Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada (EEAM) e do Exame Eletromiográfico (EMG), respectivamente.

Na terceira fase da pesquisa foram aplicadas por um pesquisador cego, que não tinha contato com os participantes nos momentos de avaliação, as intervenções de Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva (EMTr) de alta frequência nos modos *sham* e ativo. Os participantes foram submetidos inicialmente a 12 sessões de EMTr *sham*, para exclusão de possível efeito placebo, *whashot* de 1 mês com reavaliação por meio das mesmas escalas utilizadas na segunda fase, sendo realizado o *cross-over*, uma vez que posteriormente os participantes foram submetidos a 36 sessões de EMTr ativa.

Para realizar a intervenção de EMTr de alta frequência foi utilizado o Estimulador Magnético Transcraniano Neurosoft – Neuro-MS 5 e bobina em forma de oito colocada perpendicularmente no couro cabeludo sobre o ponto Cz do sistema 1020 de mapeamento cortical, equivalente ao Vértex, de modo que o participante da pesquisa não era capaz de identificar qual forma de estimulação estava sendo aplicada, *sham* ou ativa.

Os parâmetros de estimulação estavam de acordo com o que preconiza National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) e foram: frequência de 5 Hz, intensidade de 100% do limiar motor, 12 trens de pulso que terão duração de 8 segundos, contando com 50 pulsos, intervalos de 10 segundos e total de pulsos por sessão de 600, com tempo total da sessão de 3,5 minutos.

Durante a quarta e última etapa foram realizadas, por meio da EFM e EEAM, as reavaliações e o acompanhamento dos participantes após o fim das sessões e 30 dias após o término das intervenções, além da realização do EMG 30 dias após o fim do tratamento.

3.7 Aspectos Éticos

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e aprovado sob o número de CAAE 51293115.9.0000.5187. Os participantes foram explicados a respeito do estudo e, concordaram com a participação, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme a Resolução Nº 466, de 12 de Dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde/MS que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi elaborado em duas vias, sendo uma retida pelo sujeito da pesquisa ou por seu representante legal e uma arquivada pelo pesquisador.

4 RESULTADOS

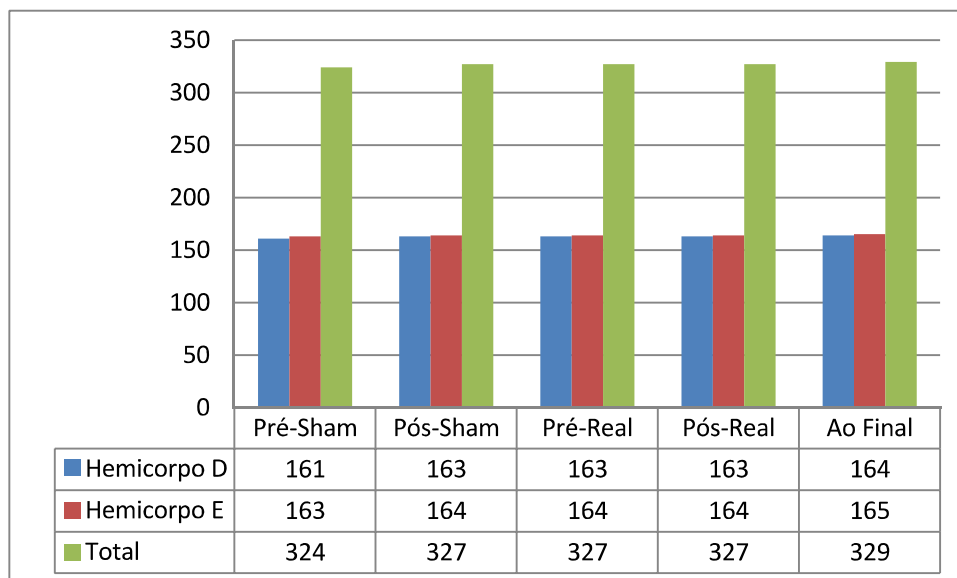
4.1 RELATO DOS CASOS

4.1.1 Caso 1

A.G.G., 35 anos de idade, casado, sofreu lesão medular do tipo traumática há cerca de quatro anos. Desde então faz tratamento por meio da fisioterapia neurofuncional utilizando conceitos e técnicas cinesioterapêuticos, sendo atendido nas segundas e sextas na Clínica Escola de Fisioterapia da UEPB, de onde foi encaminhado para a participação no estudo.

Por meio da Escala de Fugl-Meyer para Membros Superiores e Inferiores (EFM) foi possível observar uma redução da motricidade voluntária do indivíduo em questão. Havendo ainda alterações nos escores obtidos antes e após a aplicação da EMTr *sham*, que foram mantidos até o final da aplicação da EMTr ativa, entretanto percebeu-se que um mês após o término da intervenção os escores se elevaram. Os dados coletados estão expressos no gráfico abaixo:

Gráfico 1: Evolução da atividade motora funcional do participante 1 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.



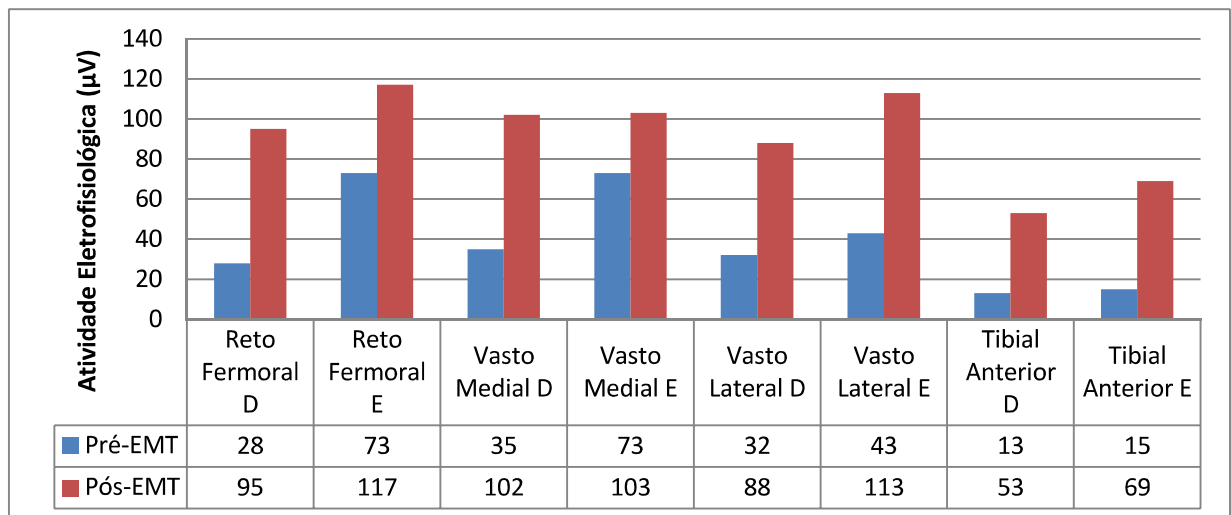
Fonte: Dados da Pesquisa/Campina Grande – 2017

A avaliação por meio da Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada apontou que houve flutuações no nível de espasticidade apresentado pelo participante em questão durante o tratamento, uma vez que antes da EMTr *sham*, foi observado grau 1 de espasticidade na articulação do joelho direito e após a aplicação da EMTr ativa foi percebido

grau 1 em ambos os joelhos, o que indica aumento do tônus no início ou no final do arco do movimento, entretanto um mês após o fim do tratamento, foi detectado grau 0, ou seja ausência, de espasticidade em ambos os joelhos.

Através do Exame Eletromiográfico (EMG) foi constatado aumento na atividade elétrica dos músculos Reto Femoral, Tibial Anterior e Vastos Medial e Lateral, quando comparados os traçados eletromiográficos obtidos antes e após a aplicação do protocolo de intervenção. Os dados obtidos estão expressos em μV no gráfico a seguir:

Gráfico 2: Evolução da atividade eletrofisiológica dos músculos avaliados no participante 1 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.



Fonte: Dados da Pesquisa/Campina Grande – 2017

Além disso, foi percebida uma flutuação do Limiar motor no decorrer dos atendimentos, havendo reduções deste limiar, apontando maior excitabilidade nas vias corticoespinais preservadas.

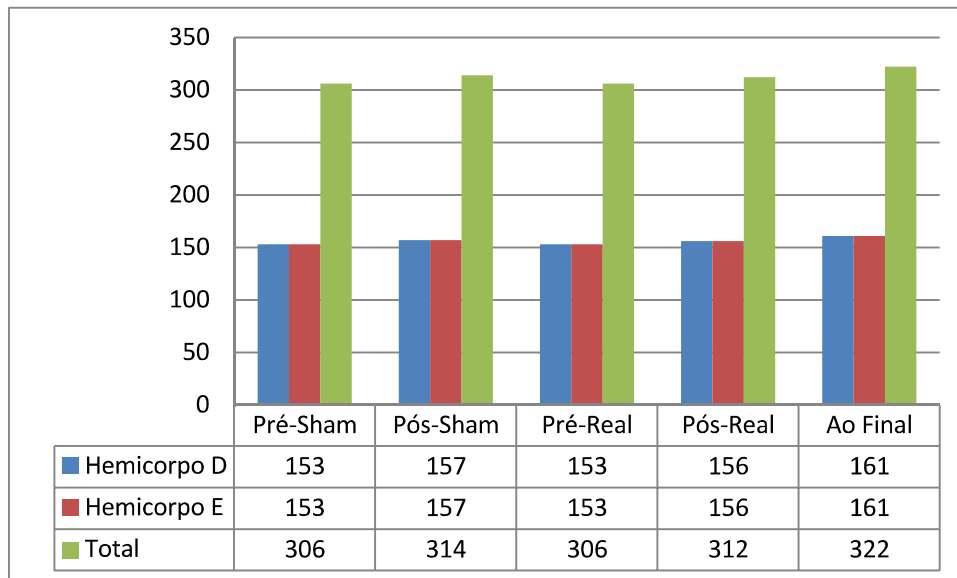
4.1.2 Caso 2

J.A.S.L., 51 anos de idade, gênero masculino, sofreu lesão medular incompleta há cerca de 2 anos após acidente automobilístico. Seis meses após o acidente iniciou tratamento por meio da fisioterapia neurofuncional utilizando conceitos e técnicas cinesioterapêuticos. Foi encaminhado pelo setor de neurologia da Clínica Escola de Fisioterapia da UEPB para participação no estudo.

Por meio das avaliações foi possível observar a presença de déficit motor voluntário, investigado por meio da EFM, uma vez que os escores obtidos são inferiores aos escores

totais da parte motora da escala, entretanto observou-se que após a terapia por EMTr, tanto *sham*, quanto ativa, houve aumento nas pontuações obtidas na escala. Os dados obtidos estão expressos no gráfico abaixo:

Gráfico 3: Evolução da atividade motora funcional do participante 2 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.

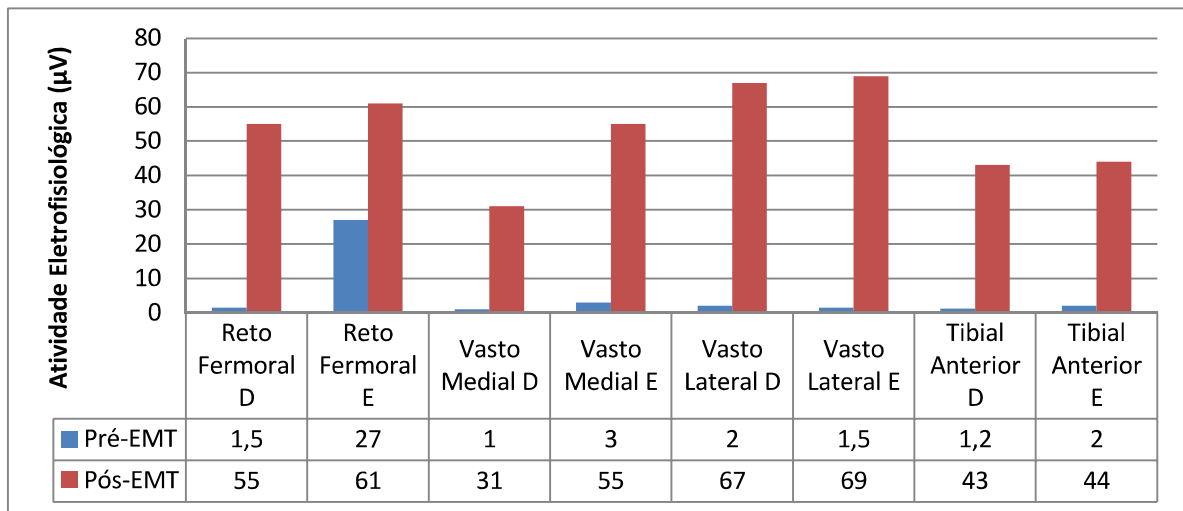


Fonte: Dados da Pesquisa/Campina Grande – 2017

Os resultados obtidos por meio da Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada apontam que não houve alterações no quadro de espasticidade, uma vez que o paciente não apresentou nenhum grau de espasticidade antes do início do tratamento e manteve-se sem alterações tanto após a aplicação da EMTr *sham*, quanto ativa.

Comparando o traçado eletromiográfico obtido nas avaliações pré e pós intervenção deste participante, indicaram aumento da atividade eletrofisiológica dos músculos Reto Femoral, Tibial Anterior e Vastos Medial e Lateral, entretanto, analisando a curva de contração muscular vale destacar que o músculo com melhor resposta seria o Reto Femoral, tanto o direito, quanto o esquerdo, uma vez que é possível observar no traçado com mais precisão momentos de repouso e momentos de contração muscular com elevação do sinal. Os dados obtidos estão expressos em μV no gráfico abaixo:

Gráfico 4: Evolução da atividade eletrofisiológica dos músculos avaliados no participante 2 antes e após a exposição à EMTr *sham* e ativa.



Fonte: Dados da Pesquisa/Campina Grande – 2017

Assim, como no primeiro participante, também houveram flutuações do limiar motor, apontando também uma maior excitabilidade nas vias da motricidade.

5 DISCUSSÃO

Os estudos envolvendo a terapia por EMT aplicada ao tratamento de lesões medulares são escassos, entretanto durante revisão da literatura foi possível observar que o presente estudo corrobora com os estudos atuais sobre o assunto.

Os resultados obtidos corroboram com a pesquisa realizada por Alexeeva & Calancie (2016), que após testar a EMTr em sua forma quadropulse verificou uma melhora no quadro funcional de três indivíduos com lesão medular, além de indicar a aparição de efeito placebo, quando comparados os resultados após estimulação *sham* e ativa. O que também foi percebido nos resultados obtidos no estudo em questão, no qual houve aumento dos escores da EFM e da atividade eletrofisiológica dos músculos avaliados pelo EMG, tanto após a aplicação da EMTr *sham*, quanto após a EMTr ativa.

Diante dos resultados obtidos por Barbosa et. al (2014), pôde ser percebido que a aplicação de pulsos repetitivos de EMTr de alta frequência apresenta resultados positivos sobre a função motora de indivíduos com lesão medular incompleta, entretanto não foi possível verificar se tais efeitos perduraram após o fim do tratamento, tendo em vista isto, o presente estudo buscou com uma amostra menor avaliar os efeitos da EMTr a longo prazo, bem como a manutenção destes efeitos após o fim do tratamento. Sendo assim, os resultados

corroboram com o estudo realizado por Barbosa et. al (2014), demonstrando melhoras da função motora dos participantes após aplicação da EMTr de alta frequência.

Comparando os resultados obtidos com os resultados obtidos por Benito et. al (2012) é possível observar que apesar das diferenças metodológicas, há uma concordância entre os estudos, uma vez que ambos apontam um efeito positivo da EMTr de alta frequência sobre a função motora e do processo de reabilitação funcional do paciente com lesão medular.

Em revisão sistemática que trata da EMT empregada no tratamento de lesões medulares cervicais, Lu et. al (2015) ressaltam a importância da realização de novos estudos utilizando maiores amostras e metodologias mais controladas para esclarecimento de tais efeitos, corroborando com o que foi evidenciado nos resultados obtidos que apontam benefícios na reabilitação destes pacientes, porém com a necessidade de novos estudos.

No que diz respeito à espasticidade os resultados obtidos concordam com a literatura existente sobre EMTr e espasticidade, entretanto não foram muito significativos, uma vez que apenas o participante 1 reduziu a espasticidade para o grau 0, um mês após o fim do tratamento e o participante 2 não apresentava tal sintoma e assim manteve-se até o final. Corroborando assim com os estudos de Benito et. al (2012), Kumru et. al (2010) e Korzhova et. al (2016), que apontaram reduções dos níveis de espasticidade em lesões medulares após exposição a EMTr de alta frequência.

Por meio da avaliação do limiar motor realizada a cada atendimento foi possível mensurar o grau de excitabilidade neuronal das vias motoras, o que aponta os benefícios de outra forma de utilização da EMT, que seria a de pulsos únicos utilizada como método de avaliação e diagnóstico, concordando assim com Petrosyan et. al (2017) que destacam os benefícios deste uso da EMT.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto é possível observar que, a terapia por meio da EMTr possui potencial benéfico para o tratamento de indivíduos com sequelas de lesão medular incompleta, uma vez que foi evidenciado aumento nos escores da EFM, bem como da atividade elétrica muscular investigada por meio do EMG após as aplicações de EMTr, bem como 30 dias após o término do tratamento.

Entretanto não é possível afirmar se os resultados obtidos referem-se aos efeitos da EMTr isoladamente, ou da EMTr como adjuvante ao tratamento fisioterapêutico convencional, sendo a EMTr neste caso um deflagrador do processo neuroplástico induzido pela reabilitação neurológica.

Sugere-se ainda, a realização de novos estudos utilizando a EMTr aplicada em pacientes com LMI, com amostras maiores e metodologias mais fechadas como ensaios clínicos randomizados, para melhor elucidação dos efeitos obtidos com a técnica, bem como definição de parâmetros de avaliação, diagnóstico e estimulação, podendo comparar a resposta do tratamento por EMT isoladamente e associado ao tratamento fisioterapêutico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, H. A. et al. Estimulação magnética transcraniana e aplicabilidade clínica: perspectivas na conduta terapêutica neuropsiquiátrica. **Rev Med**, São Paulo, vl. 90, no. 1, p. 3-14, mar 2011.

BAMPI, L.N.S. **Percepção da qualidade de vida de pessoas com lesão medular traumática**: Uma forma de estudar a experiência da deficiência. Brasília: UnB, 2007.

BARBOSA, V.R.N.; et.al. Estimulação magnética transcraniana repetitiva de alta frequência na plasticidade da via corticoespinhal em lesões medulares incompletas. **Anais do XXI Encontro de Iniciação Científica da Universidade Estadual da Paraíba**. 2014

_____. **Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva De Alta Frequência Na Plasticidade Da Via Corticoespinhal Em Lesões Medulares Incompletas**. Projeto de Iniciação Científica. Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

BERTOLUCCI, P.H.F. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuropsiquiatria**. 1994.

BRASIL-NETO, J. Neurofisiologia e plasticidade no córtex cerebral pela estimulação magnética transcraniana repetitiva. **Rev. Psiq. Clín.** 2004.

BENITO, J. Motor and Gait Improvement in Patients With Incomplete Spinal Cord Injury Induced by High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation. **Top Spinal Cord Inj Rehabil** 2012.

BRUNI, D.S. et. al Aspectos fisiopatológicos e assistenciais de enfermagem na reabilitação da pessoa com lesão medular. **Rev Esc Enferm USP** 2004.

CHARI, A. et. al **Surgical Neurostimulation for Spinal Cord Injury**. Brain Sci. 2017.

CHAVES, M. L. F.: **Testes de avaliação cognitiva : Mini-Exame do Estado Mental**. 2008. Disponível em: <http://www.cadastro.abneuro.org/site/arquivos_cont/8.pdf> Acesso em: 4 de abril de 2015.

DORETTO, D. **Fisiopatologia Clínica do Sistema Nervoso: Fundamentos da Semiologia**. Ed 2: Atheneu, Rio de Janeiro, 2005.

ELLAWAY, P.A. et al **Induction of central nervous system plasticity by repetitive transcranial magnetic stimulation to promote sensorimotor recovery in incomplete spinal cord injury.** *Frontiers in Integrative Neuroscience* 2014.

FERREIRA, J.F. **Dispositivo mecatrónico para a quantificação da Espasticidade.** Dissertação de Mestrado – Universidade do Minho. 2011. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1822/20276> > Acesso em: 7 de Abril de 2015.

FUGL-MEYER, A. R., et al. **The post-stroke hemiplegic patient: A method for evaluation of physical performance.** *Scand J Rehab Med*, 1975.

FECHIO M. B., et al. A repercussão da lesão medular na identidade do sujeito. **Acta Fisiátrica**, 2009.

GREVE, J. M. D.; AMATUZZI, M. M. **Medicina de Reabilitação aplicada à Ortopedia e Traumatologia.** São Paulo: Roca, 1999.

GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, J. et. al **Technological advances in neurorehabilitation.** *Rev Invest Clin*. 2014.

KUMRU H., et al. **Reduction of spasticity with repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with spinal cord injury.** *Neurorehabil Neural Repair*, Spain, vl 24, no 5, p. 435-41, Jun 2010.

LIANZA, S. Consenso Nacional sobre Espasticidade. Diretrizes para diagnósticos e tratamentos. SBMFR, São Paulo 2001.

LOURENÇO, R.A.; VERAS, R.P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. **Rev Saúde Pública** 2006.

LU, X. et. al **Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review.** *Clin Rehabil*. 2015.

MACHADO, A. Considerações Anatomoclínicas Sobre a Medula e o Tronco Encefálico. In **Neuroanatomia Funcional.** 2Ed. Atheneu, Rio de Janeiro, 2006

MACHADO, S. et al. Estimulação magnética transcraniana: aplicações na reabilitação de Acidente Vascular Cerebral. **Rev Neurocienc**, Rio de Janeiro, 2011.

- MAKI, T., et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. **Rev. bras. Fisioter.** 2006.
- MARCHETTI, P. H.; DUARTE, M. **Instrumentação em Eletromiografia.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.
- MATA, J. et. al **Eletromiografia aplicada aos músculos da mastigação.** Acta ortop. bras. São Paulo, 2006.
- MICHAELSON, S.M. et. al **Tradução, adaptação e confiabilidade interexaminadores do manual de administração da escala de Fugl-Meyer.** Rev Bras Fisioter, São Carlos, 2011
- MÜLLER, V.T. **O que é estimulação magnética transcraniana?** Rev Bras Neurol. 2013.
- NETO, J. G. et al. **ESCALA DE DEPRESSÃO DE HAMILTON (HAM-D): REVISÃO DOS 40 ANOS DE SUA UTILIZAÇÃO.** Rev. Fac. Méd. Sorocaba, 2001.
- PASCUAL-LEONE, A. et al. A PLASTICIDADE DO CÓRTEX CEREBRAL HUMANO. **The Plastic Human Brain Cortex:** Annual Review of Neuroscience. 2005.
- PETROSYAN, H.A. et. al **Transcranial magnetic stimulation (TMS) responses elicited in hindlimb muscles as an assessment of synaptic plasticity in spino-muscular circuitry after chronic spinal cord injury.** Neurosci Lett. 2017.
- ROY, F.D. et. al **Afferent Regulation of Leg Motor Cortex Excitability After Incomplete Spinal Cord Injury.** J Neurophysiol. 2010.
- SILVA, G.A. et. al **Avaliação funcional de pessoas com lesão medular: utilização da Escala de Independência Funcional – MIF.** Texto Contexto Enferm, Florianópolis, 2012.
- SQUAIR, J.W. et. al **Cortical and vestibular stimulation reveal preserved descending motor pathways in individuals with motor-complete spinal cord injury.** J Rehabil Med. 2016 Jul 18;48(7):589-96.
- TAZOE, T.; PEREZ, M.A. **Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on recovery of function after spinal cord injury.** Arch Phys Med Rehabil. 2015 Apr;96(4 Suppl):S145-55.
- UMPHRED, D.A. **Reabilitação Neurológica.** – 4ed. – Barueri: Manole, 2004.
- WITTENBERG, G.F. Experience, Cortical Remapping, and Recovery in Brain Disease. **Neurobiol Dis.** 2010 February ; 37(2): 252. doi:10.1016/j.nbd.2009.09.007.

VOLZ, M.S. et. al Analgesic effects of noninvasive brain stimulation in rodent animal models: A systematic review of translational findings. **Neuromodulation**. 2012 July ; 15(4): 283–295.