



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

DÉBORA ARAÚJO DO NASCIMENTO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA REPETITIVA
SOBRE A MARCHA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR INCOMPLETA**

**CAMPINA GRANDE
2019**

DÉBORA ARAÚJO DO NASCIMENTO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA REPETITIVA
SOBRE A MARCHA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR INCOMPLETA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Área de concentração: Neuromodulação.

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

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa.

**CAMPINA GRANDE
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

N244e Nascimento, Débora Araújo do.
Efeitos da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva sobre a marcha de indivíduos com lesão medular incompleta [manuscrito] / Debora Araujo do Nascimento. - 2019.
34 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.
"Orientação : Profa. Ma. Gilma Serra Galdino , Coordenação do Curso de Fisioterapia - CCBS."
"Coorientação: Profa. Dra. Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa , Coordenação do Curso de Fisioterapia - CCBS."
1. Lesão medular. 2. Excitabilidade corticoespinhal. 3. Estimulação Magnética Transcraniana. 4. Marcha. I. Título
21. ed. CDD 615.82

DÉBORA ARAÚJO DO NASCIMENTO

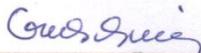
EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA REPETITIVA
SOBRE A MARCHA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR INCOMPLETA

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado à Coordenação do
Departamento do Curso de Fisioterapia da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Fisioterapia.

Área de concentração: Neuromodulação.

Aprovada em: 28/11/2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Ms. Gilma Serra Galdino (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof^a. Dr^a. Kelly Soares Farias
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof^a. Dr^a. Carlúcia Ithamar Fernandes Franco
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A Deus, pois nele nos movemos, vivemos e existimos, aos pacientes pela esperança que a ciência ainda pode lhes proporcionar, aos meus pais pela paciência e apoio, aos mestres pelo conhecimento transmitido, aos demais que prestaram auxílio, DEDICO.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	METODOLOGIA	08
2.1	Amostra	08
2.2	Mensurações Clínicas	08
2.2.1	<i>Questionário padrão para triagem de candidatos a EMT</i>	08
2.2.2	<i>Exame clínico neurológico padronizado da American Spinal Injury Association (ASIA)</i>	10
2.3	Mensurações Funcionais	10
2.3.1	<i>Walking Index Spinal Cord Injury II (WISCI II)</i>	11
2.3.2	<i>10 Meter Walk Test (10MWT)</i>	11
2.3.3	<i>Spinal Cord Injury Functional Ambulation Inventory (SCI-FAI)</i>	11
2.4	Procedimento de coleta de dados	12
3	RESULTADOS	14
3.1	<i>Caso I</i>	14
3.2	<i>Caso II</i>	16
3.3	<i>Caso III</i>	18
3.4	<i>Caso IV</i>	21
3.5	<i>Considerações Gerais</i>	22
4	DISCUSSÃO	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25
	ANEXO A	27

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA REPETITIVA SOBRE A MARCHA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR INCOMPLETA

EFFECTS OF REPETITIVE TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION IN WALKING OF INCOMPLETE SPINAL CORD INJURY INDIVIDUALS

Autor (Débora Araújo do Nascimento)^{1*}
Autor (Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa)^{2**}
Autor (Gilma Serra Galdino)^{3***}

RESUMO

O movimento motor voluntário está largamente sob o controle do trato corticoespinal, suas fibras fazem sinapse com o neurônio motor inferior que tem parte de seus corpos celulares no corno anterior da medula espinal formando os neurônios motores somáticos. É frequentemente observada uma ruptura na transmissão do trato corticoespinal e uma alteração na distribuição de suas saídas para os neurônios motores somáticos após a lesão medular. A Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva (EMTr) tem se mostrado uma ferramenta de neuromodulação capaz de alterar a excitabilidade cortical, e portanto, a saída das vias corticoespinais e essa redução de inibição corticoespinal pode gerar ganhos motores em indivíduos com Lesão Medular Incompleta (LMI). Portanto, o presente trabalho tem o objetivo de verificar as alterações na excitabilidade corticoespinal geradas pela EMTr, e avaliar possíveis melhorias no grau de força muscular dos membros inferiores (MMII), na velocidade e no ciclo da marcha de indivíduos com LMI que ainda possuem alguma capacidade deambulatoria. Foram recrutados indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 18-65 anos e com diagnóstico de lesão medular. Inicialmente foi aplicado o questionário padrão para triagem de candidatos a EMT com intuito de rastrear contra-indicação absoluta ou relativa, no entanto nenhum candidato apresentou contra-indicação absoluta. Dos 40 candidatos recrutados 8 recusaram participar do estudo e 12 apresentaram critérios de exclusão (figura 1). Os 20 candidatos restantes receberam a aplicação do exame clínico neurológico padronizado da American Spinal Injury Association (ASIA) e apenas 5 apresentaram LMI, no entanto houve perda de 1 indivíduo resultando em uma amostra $n=4$. Foi avaliado o grau de força muscular (escore motor para MMII da escala ASIA), os dispositivos auxiliares de marcha usados (WISCI II), a velocidade (10MWT) e ciclo da marcha (SCI-FAI) antes e após as intervenções. Os indivíduos incluídos foram submetidos a 15 sessões de EMTr 3 vezes por semana com frequência de 5Hz a 100% do limiar motor, contando com 9 trens de 8 segundos, resultando em 40 pulsos por trem, com intervalos de 28 segundos, totalizando por sessão, 360 pulsos e duração total de 324 segundos. Para todos os participantes, houve uma flutuação do limiar motor acompanhada de uma diminuição gradativa nos valores. Os parâmetros no SCI-FAI permaneceram os mesmos, exceto para um dos participantes, e não houve

^{1*} CV: <http://lattes.cnpq.br/6067298429967548>

^{2**} CV: <http://lattes.cnpq.br/863188825744755>

^{3***} CV: <http://lattes.cnpq.br/1120026883132997>

diferença para os níveis no WISCI II. Foi evidenciada diminuição no escore motor para MMII da escala ASIA que pode estar relacionada com a redução de assiduidade em exercícios ou com fadiga produzida pelo deslocamento para realização das sessões. Em geral, para o 10MWT houve diminuição de velocidade própria e aumento de velocidade máxima. Mediante os resultados concluímos que a EMTr foi capaz de gerar aumento na excitabilidade corticoespinal, no entanto são necessários mais estudos usando uma maior frequência e com duração total mais elevada de aplicação para mensurar se as alterações geradas pela EMTr podem produzir ganhos motores.

Palavras-chave: Lesão medular. Excitabilidade corticoespinal. Estimulação Magnética Transcraniana. Marcha.

ABSTRACT

The voluntary motor movement are largely under the control of corticospinal tract. These fibers synapse into the lower motor neuron that has in part their cell bodies in the anterior funiculus of spinal cord forming the somatic motor neurons. Frequently is observed a break in transmission of corticospinal tract and impairments in corticospinal tract output for the somatic motor neurons after Spinal Cord Injury (SCI). The repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) has been shown a neuromodulation tool able to change the cortical excitability, and however, the corticospinal tract output and to generate decrease in corticospinal inhibition resulting in motor gains in incomplete SCI (iSCI) individuals. Thus, the aim this study is to evaluate the changes of motor threshold produced for rTMS, and, to estimate possible improvements in degree of muscle strength to the lower limbs (Lower Extremity Motor Score - LEMS), in velocity (10 Meter Walk Test - 10MWT) and gait cycle (SCI Functional Ambulation Inventory - SCI-FAI) in iSCI individuals able to walk. We recruited individuals to both sexes, aged 18-65 years diagnosed with SCI. In the first time, a standard questionnaire was applied to TMS candidates to find absolute or relative contraindications, but, no candidates presented absolute contraindication. 40 individuals were recruited, of which, 8 refused to participate in the study, and 12 met exclusion criteria (figure 1). The remaining 20 candidates received the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI) and only 5 individuals presented incomplete motor injury, but there was a dropout resulting in a sample $n=4$. The LEMS, WISCI II, 10MWT and SCI-FAI were measured before and after the interventions. The participants received 15 TMS sessions in 3 times per week with frequency of 5Hz at 100% motor threshold, 9 pulse trains with duration of 8 seconds totaling 360 pulses per sessions, and total duration of 324 seconds. For all participants, there was a fluctuation of the motor threshold accompanied by a gradual decrease in values. There was maintenance on the SCI-FAI parameters, except for one of the individuals, and on WISCI II levels. We evidenced decrease in LEMS that may be related to reduced exercise attendance or fatigue produced by dislocation for sessions. In general, for 10MWT, a decrease in self-selective velocity and an increase in maximum velocity was observed. Thought the results obtained, we concluded that rTMS was able to increase corticospinal excitability,

thus new studies need to be performed using a highest frequency and total duration, for measured if the alterations produced for rTMS could to generate motor improvements.

Keywords: Spinal Cord Injury. Corticospinal excitability. Transcranial Magnetic Stimulation. Walking.

1 INTRODUÇÃO

O córtex motor primário é localizado no giro pré-central, que se estende paralelamente entre os sulcos central e pré-central, ele é organizado por um mapa somatotópico, o homúnculo de Penfield ou homúnculo motor, que confere à parte medial do lóbulo paracentral o controle motor das extremidades inferiores, e ao giro pré-central o controle motor da área glútea, tronco, extremidades superiores e face (YIP, 2019; BANKER, 2019).

No córtex motor primário se originam os tratos corticoespinal, corticobulbar e córtico rubroespinal. O trato corticoespinal possui grande parte do controle do movimento motor voluntário, suas fibras formam os tratos corticoespinal lateral e anterior na medula espinal e fazem sinapse com o Neurônio Motor Inferior (NMI), uma das entidades envolvidas no controle do movimento motor voluntário (VAN WITTENBERGHE, 2019; ABUHASAN, 2019, JAVED, 2019).

O NMI tem parte dos seus corpos celulares no corno anterior da medula espinal formando os neurônios motores somáticos, que são divididos em alfa, inervam fibras extrafusais e são responsáveis pela contração muscular, e beta e gama que inervam fibras intrafusais e servem como proprioceptores. Uma lesão no neurônio motor inferior resulta em atrofia, fasciculações e paralisia flácida (JAVED, 2019).

A lesão da medula espinal acomete as entidades envolvidas no controle do movimento motor voluntário e sua localização vai determinar a síndrome clínica relacionada, podendo ser de hemissecação (síndrome de Brown Séquard), secção completa ou síndrome medular central e anterior. Após a lesão medular é rotineiramente observada uma ruptura na transmissão do trato corticoespinal, e têm sido demonstrada uma alteração na distribuição da saída das vias corticoespinais para os neurônios motores somáticos (BURNS, 2012).

Segundo Cha et. al, 2016 o aumento da excitabilidade corticoespinal gerado pela Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva (EMTr) têm sido bem estabelecida, e essa redução de inibição corticoespinal gera ganhos motores em indivíduos com lesão medular. A EMTr é um método não invasivo de neuromodulação usado para induzir mudanças de excitabilidade no córtex motor através de uma bobina que gera um campo magnético (URBIN, 2019; KLOMJAI, 2015)

Benito et. al, 2012 apontou a EMTr como uma ferramenta capaz não só de alterar a excitabilidade cortical, como também, a saída das vias corticoespinais, sendo útil na recuperação funcional após lesão medular, principalmente em aspectos relacionados com a marcha. Além disso, quando combinada ao treino de marcha pode promover aumento no escore motor para MMII da escala ASIA e na velocidade da marcha em indivíduos com lesão medular que ainda possuem alguma capacidade deambulatoria (KUMRU, 2016).

Um melhor desempenho na marcha é um dos resultados mais esperados durante a recuperação funcional de indivíduos com Lesão Medular Incompleta

(LMI) ou em baixo nível, e mediante essas condições há uma vasta possibilidade de recuperar ou aprimorar a função ambulatorial (NAS, 2012; BENITO, 2012).

Embora alguns estudos consideram que a EMTr pode melhorar o resultado clínico em pacientes com lesão medular, e que alguns resultados a apontem como uma ferramenta promissora de reabilitação, seus efeitos sobre a motricidade humana ainda não são bem compreendidos sendo necessário a realização de novos estudos.

Portanto, o presente trabalho tem o objetivo de verificar as alterações na excitabilidade corticoespinhal geradas pela EMTr, e avaliar possíveis melhorias relacionadas ao grau de força muscular dos MMII, a velocidade e ao ciclo da marcha de indivíduos com lesão medular incompleta que ainda possuem alguma capacidade deambulatória.

2 METODOLOGIA

Foi realizado um estudo antes/depois de caráter experimental e intervencionista, com amostra por conveniência.

2.1 Amostra

Foram recrutados pacientes de ambos os sexos, com idade entre 18-65 anos e diagnosticados com lesão medular. Destes foram incluídos apenas aqueles classificados no exame clínico neurológico padronizado da American Spinal Injury Association (ASIA) em C (Lesão sensitiva e motora incompletas) e D (Lesão motora incompleta com preservação sensitiva), e com eletroencefalograma normal. Os pacientes que apresentaram histórico de convulsões, implantes metálicos no crânio ou marcapasso cardíaco, amputação de membros inferiores, doença cardíaca ou trauma cranioencefálico severos foram excluídos (figura 1).

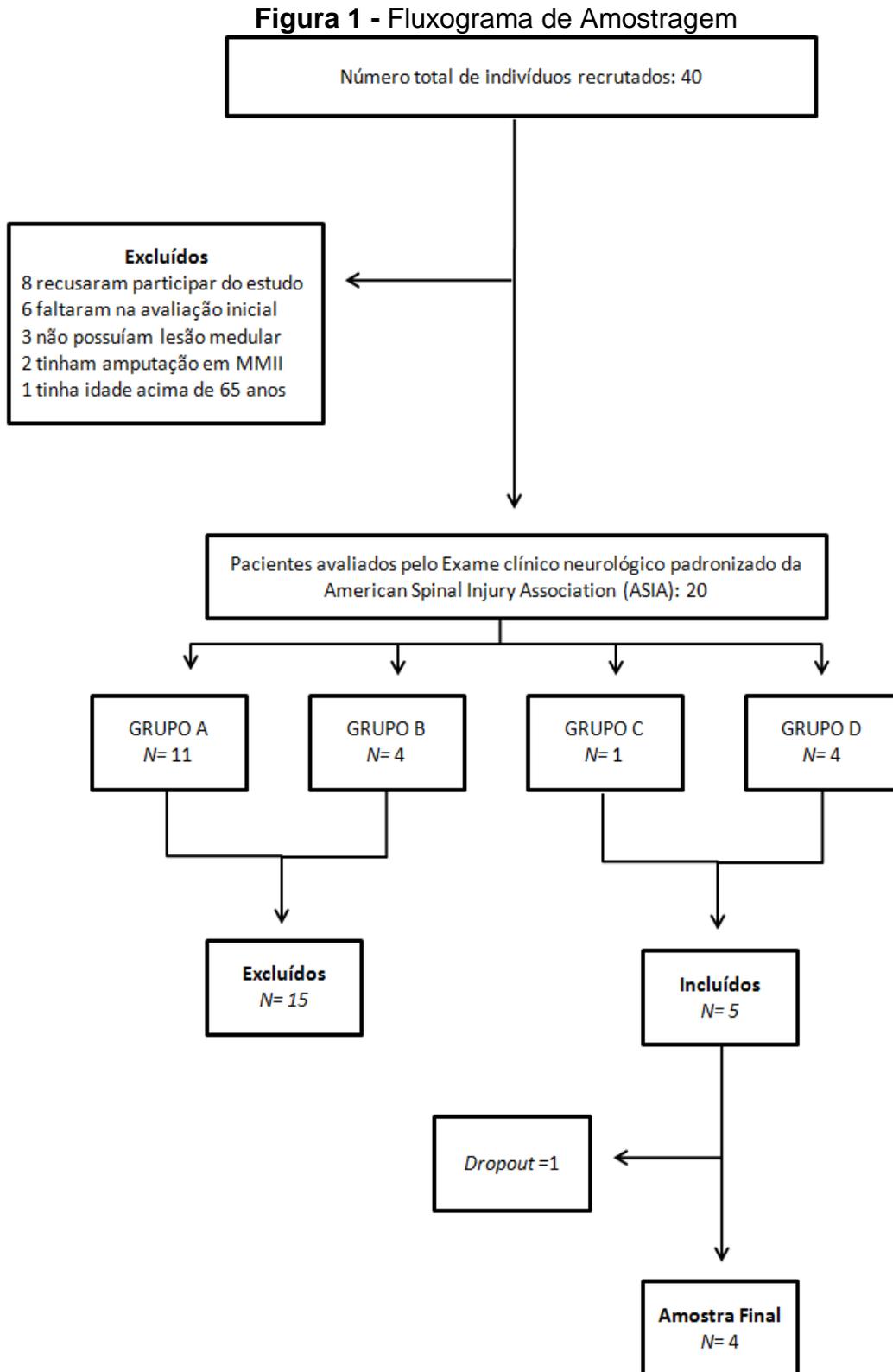
2.2 Mensurações Clínicas

2.2.1 Questionário padrão para triagem de candidatos a EMT

As diretrizes para o uso da EMT na prática clínica e em pesquisa (*“Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research”*) indica um questionário padrão para triagem de candidatos (Anexo A) com quesitos elaborados com base nas contra-indicações absolutas, relativas e incertas para o uso da EMT. A única contra-indicação absoluta para o uso da EMT é a presença de implante metálico em contato direto com a bobina de descarga.

Algumas condições possuem risco aumentado ou incerto para ocorrência de crise epiléptica como histórico pessoal de epilepsia, lesão cerebral metabólica, infecciosa, tumoral ou traumática mesmo sem histórico de crise epiléptica ou uso de anticonvulsivantes; uso de medicamentos que diminuem o limiar convulsivo, privação de sono e alcoolismo. As condições que apresentam risco aumentado ou incerto para outras situações incluem eletrodos cerebrais implantados, gestação e

doença cardíaca severa. O objetivo final deste questionário é rastrear se há contraindicação absoluta ou situações em que haja necessidade de maior precaução (ROSSI, 2009).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

2.2.2 Exame clínico padronizado do American Spinal Injury Association (ASIA)

Constitui uma avaliação do prejuízo sensitivo e motor após a lesão medular baseado na avaliação dos dermatômos e miótomos (Anexo B). A escala possui dois sub escores sensitivos, um para sensibilidade tátil (*“Light Touch”*) e outro para sensibilidade dolorosa (*“Pin Prick”*), e dois sub escores motores, um para extremidades superiores (*“Upper Extremity Motor Score - UEMS”*) e outro para extremidades inferiores (*“Lower Extremity Motor Score - LEMS”*).

O escore sensitivo é graduado através da resposta sensitiva aos estímulos táteis e dolorosos dados nos pontos-chaves sensoriais de cada dermatômo (0= ausente, 1= prejudicado, 2= normal), enquanto que o escore motor é baseado na força de músculos chaves graduado pela escala do *Medical Research Council* (figura 2). Na avaliação sensitiva de S4-5 é realizada uma pressão digital profunda no interior do canal anal (*“Deep Anal Pressure DAP”*) e na avaliação motora é solicitada uma contração anal voluntária (*“Voluntary Anal Contraction”*), mediante a ausência de sensibilidade e de contração a lesão medular se configura como completa.

Além disso, a escala faz uma classificação de cinco grupos, de A a E, indivíduos classificados no grupo A apresentam uma lesão medular completa evidenciada por perda completa de sensibilidade e motricidade abaixo do nível da lesão. Os grupos B, C e D classificam a LMI em lesão motora completa e sensitiva incompleta, lesão sensitiva e motora incompletas e lesão motora incompleta com preservação sensitiva, consecutivamente. O grupo E refere-se a indivíduos saudáveis.

Figura 2 - Escala de Avaliação da Força Muscular do *Medical Research Council (MRC)*

Escala de Avaliação da Força Muscular Medical Research Council (MRC)	
0	Nenhuma contração
1	Contração visível sem movimento
2	Contração fraca, movimento com eliminação da gravidade
3	Movimento contra gravidade, mas sem resistência adicional
4	Movimento contra gravidade e resistência moderada
5	Normal

Fonte: Adaptada pelo autor, 2019

2. 3 Mensurações Funcionais

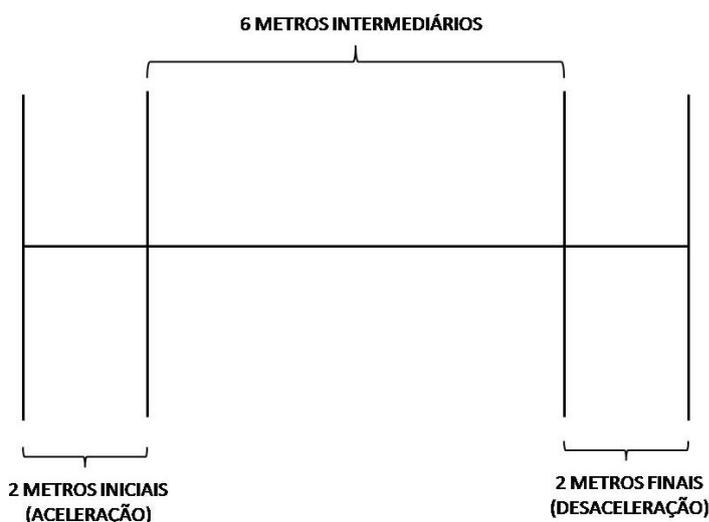
2.3.1 Walking Index Spinal Cord Injury II (WISCI II)

O WISCI II (Anexo C) é um índice de deambulação para indivíduos com lesão medular onde são designados níveis de 0 a 20 de acordo com os dispositivos auxiliares de marcha (“*Devices*”), órteses (“*Braces*”), e assistência de pessoas (“*Assistance*”) requeridas para que o indivíduo caminhe dez metros. Inicialmente é identificado o nível autorrelatado (“*Self-Selected Level*”) de acordo com a assistência deambulatória requerida na comunidade e em casa, e posteriormente é coletado o nível máximo (“*Maximum WISCI Level*”), que é o mínimo de assistência que o indivíduo necessita para andar sobre uma superfície de dez metros, para isso vão sendo testados níveis superiores ao nível autorrelatado até que o indivíduo falhe.

2.3.2 10 Meter Walk Test (10 MWT)

O teste de caminhada de 10 metros (Anexo D) avalia a velocidade própria e máxima nos 6 metros intermediários, desconsiderando o período de aceleração nos 2 primeiros metros e de desaceleração nos dois últimos metros. Para aplicação do teste é traçada uma linha vertical com uma distância de 10 metros sobre uma superfície plana e lisa e uma linha horizontal no início e outra no final, e duas outras linhas horizontais, uma a 2 metros e outra a 8 metros de distância marcadas sobre a linha vertical (figura 3). O tempo começa a ser cronometrado quando o pé do indivíduo cruza a linha de 2 metros, embora não chegue a pisar sobre ela, e parado quando cruza a de 8 metros.

Figura 3 - Marcação de distância para o teste de caminhada de 10 metros



Fonte: Adaptado pelo autor, 2019.

2.3.3 Spinal Cord Injury Functional Ambulation Inventory (SCI-FAI)

No Inventário de deambulação funcional (Anexo E) direcionado a indivíduos com lesão medular encontramos as sessões parâmetros (“*Parameter*”),

dispositivos de assistência (“*Assistive Devices*”), e medida temporal de distância (“*Temporal/Distance Measures*”). Na primeira sessão encontramos os parâmetros (A) Transferência de Peso (“*Weight shift*”), (B) Largura do passo (“*Step width*”), (C) Ritmo do passo (“*Step rhythm*”), (D) Altura do passo (“*Step height*”), (E) Contato do pé (“*Foot contact*”), e (F) Comprimento do passo (“*Step length*”).

No parâmetro A é avaliado se o indivíduo realiza transferência de peso para os membros ou apenas para o dispositivo auxiliar de marcha, no parâmetro B é observado se o pé do membro em balanço consegue transpor o pé do membro em apoio, ou, se o pé do membro em apoio obstrui o avanço do membro em balanço. No parâmetro C é avaliado o tempo requerido para que o membro contralateral comece a avançar após o toque do calcanhar do membro em apoio.

No parâmetro D é avaliado se o membro em balanço é elevado suficientemente para que os dedos dos pés não se arrastem no início ou durante a fase de balanço. O parâmetro F avalia se durante a fase de contato inicial o calcanhar é o primeiro a entrar em contato com o solo, ou se o contato inicial é feito pelo antepé ou com o pé plano. O parâmetro F avalia o comprimento do passo de modo que o calcanhar do membro em balanço seja colocado à frente dos dedos do membro em apoio.

Na segunda sessão “*Assistive Devices*” são avaliados os dispositivos auxiliares de marcha e as órteses usadas pelo indivíduo. Na sessão “*Temporal/Distance Measures*” são dados critérios para designar um nível de deambulação, que inclui (1) deambulação funcional (“*Physiologic ambulation*”) onde o indivíduo caminha apenas para se exercitar, (2) deambulação domiciliar limitada (“*Limited household ambulation*”), caminha raramente em casa e nunca na comunidade, (3) deambulação domiciliar independente (“*Independent household ambulation*”), caminha ocasionalmente em casa e raramente na comunidade, (4) deambulação limitada na comunidade (“*Limited community ambulation*”), caminha regularmente em casa e ocasionalmente na comunidade, e (5) deambulação independente na comunidade (“*Independent community ambulation*”) caminha regularmente na comunidade, mas raramente ou nunca usa o banheiro.

2.4 Procedimento de coleta e análise de dados

Inicialmente o projeto foi submetido para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal da Paraíba (CEP-CCM/UFPB) sob número do CAAE 81345417.6.0000.8069.

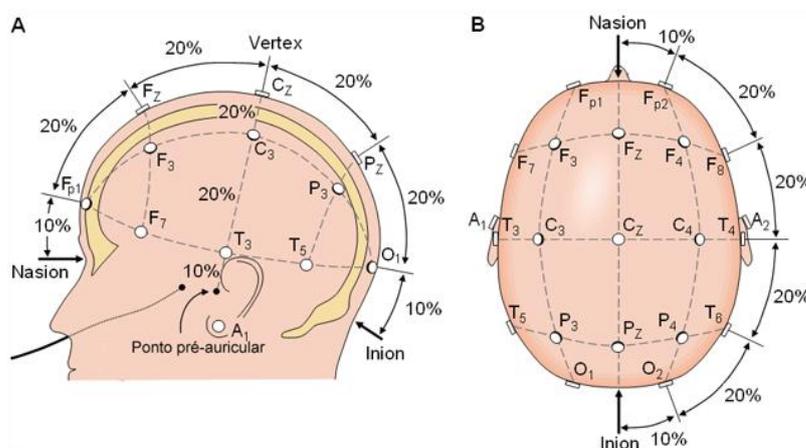
Após a aprovação do projeto pelo CEP-CCM/UFPB os indivíduos recrutados que aceitaram participar do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) responderam ao questionário padrão para triagem de candidatos a EMT (Apêndice A), os que apresentaram algum critério de exclusão ou risco potencial foram excluídos, e aqueles que permaneceram foram avaliados pelo exame clínico neurológico padronizado da American Spinal Injury Association (ASIA) no Laboratório de Neuromodulação Sensorial, Motora e Cognitiva (LaNSeMC) sediado no departamento de fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Foram incluídos no estudo apenas os indivíduos com lesão motora incompleta (grupos ASIA C e D) que em seguida receberam a aplicação das escalas para avaliação dos dispositivos auxiliares de marcha utilizados (WISCI II), da velocidade (10MWT) e do ciclo da marcha (SCI-FAI).

O 10 Meter Walking Test (10MWT) foi aplicado logo após a identificação do nível autorrelatado e máximo no WISCI II, o que possibilitou a avaliação da velocidade própria e máxima da marcha em ambos os níveis, a aplicação dessas escalas foi gravada para posterior análise da marcha de acordo com os parâmetros ditados pela Spinal Cord Injury Functional Ambulation Inventory (SCI-FAI).

Após as mensurações clínicas e funcionais foram realizadas 15 sessões de EMTr 3 vezes por semana no Laboratório de Neurociências e Comportamento (LaNec) sediado no departamento de fisioterapia da UEPB, e os parâmetros utilizados foram 5Hz à 100% do limiar motor, contando com 9 trens de 8 segundos, resultando em 40 pulsos por trem, com intervalos de 28 segundos, totalizando 360 pulsos por sessão, e duração total da sessão de 324 segundos. Foi utilizado o Estimulador Magnético Transcraniano Neurosoft – Neuro-MS e bobina em forma de oito colocada perpendicularmente no couro cabeludo sobre o ponto Cz do sistema 10-20 de mapeamento cortical correspondente ao Vértex (figura 4).

Figura 4 - Sistema 10-20 de mapeamento cortical



Fonte: www.kandel.com.br

Logo após o final da última intervenção foram aplicados novamente o escore motor para MMII da escala ASIA, o Inventário de deambulação funcional (SCI-FAI), e o 10MWT nos níveis autorrelatado e máximo no WISCI II. Os valores do limiar motor foram coletados e anotados após cada sessão com o intuito de verificar os efeitos excitatórios sobre o trato corticoespinal.

Os dados para o limiar motor, e, para o 10MWT nos níveis autorrelatado e máximo no WISCI II foram analisados. Para testar a normalidade de ambas variáveis foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. O teste ANOVA foi utilizado para avaliar as diferenças no limiar entre as sessões, e o teste t pareado foi usado para avaliar as diferenças no limiar motor entre a primeira e a última sessão, e para o 10MWT, nos níveis autorrelatado e máximo no WISCI II, para verificar as diferenças na velocidade autorrelatada e máxima antes e imediatamente após a última sessão. Foi considerado o nível de significância $p \leq 0.05$.

3 RESULTADOS

3.1 Caso I

Sexo masculino, 35 anos, há 7 anos sofreu lesão medular traumática por queda de objeto com nível anatômico de T12, L1 e L2 e nível neurológico L3 baseado nos escores sensitivo e motor do exame clínico neurológico padronizado da ASIA (Anexo B), e classificado no grupo ASIA C (Lesão sensitiva e motora incompletas). Relatou realizar exercícios frequentemente no domicílio por conta própria para o quadríceps com halter de 1 Quilo (3 vezes de 10 repetições - 3x10), para isquiotibiais por 2 vezes com tornozeleira de 3 Quilos e uma vez com tornozeleira de 5 Quilos, na posição sentado com extensão da perna usando theraband cinza (10 vezes), em decúbito dorsal realizando flexão do quadril com perna estendida usando halter de 2 Quilos e depois fletindo e estendendo a perna (3x10 cada), e em decúbito ventral realizando extensão do quadril (3x10).

Na avaliação inicial do escore motor para MMII da escala ASIA (tabela 1) o participante apresentou (1) fraqueza dos extensores do joelho do lado direito confirmada por déficit na flexão do joelho durante a fase de resposta a carga, (2) fraqueza dos dorsiflexores de ambos os lados confirmada por flexão plantar excessiva durante fase de balanço para lado direito, e ausência de dorsiflexão na fase de contato inicial para ambos os lados, (3) paralisia de flexores plantares do lado esquerdo e fraqueza do lado direito confirmada por dorsiflexão excessiva durante a fase de balanço para o lado esquerdo, e flexão de joelho e quadril excessivas de ambos os lados (tabela 1).

Foram observadas diferenças no escore motor para MMII da escala ASIA antes e imediatamente após a última sessão de EMTr, de um modo geral, é possível concluir que houve um aumento ou manutenção no grau de força para a maioria dos grupos musculares, exceto para os flexores do quadril do lado direito, e, extensores do joelho e dorsiflexores do lado esquerdo (tabela 1).

No WISCI II o indivíduo foi classificado no nível autorrelatado 16 (duas muletas) com nível de conforto “normal” (C3: “*neither comfortable or uncomfortable*”), e nível máximo 19 (uma muleta), com nível de conforto “desconfortável” (C4: “*Slightly uncomfortable*”) no WISCI.

Inicialmente para o 10MWT houve diferença significativa entre as velocidades própria e máxima nos níveis autorrelatado (2,95s) e máximo (10,57s), e após as intervenções houve aumento para a velocidade própria no nível máximo no WISCI II (16,08s), e para velocidade máxima em ambos os níveis autorrelatado (0,48s) e máximo (18,58s) (tabela 2).

Tabela 1 - Resultados iniciais e finais no escore motor para MMII da escala ASIA - Caso I

Lower Extremity Motor Score (LEMS)				
MIÓTOMOS AVALIADOS	INICIAL		FINAL	
	D*	E**	D*	E**
L2 Flexores do Quadril	5	5	4	5
L3 Extensores do Joelho	3	5	4	4
L4 Dorsiflexores	1	2	1	1
L5 Extensor longo dos Dedos	2	1	3	1
S1 Flexores Plantares	1	0	1	0

* D: Lado Direito
** E: Lado Esquerdo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No SCI-FAI houve ausência de transferência de peso para ambos os membros inferiores (Parâmetro A), e no ritmo do passo (Parâmetro C) o MIE requereu de 1 a 3 segundos para começar a avançar após o toque do calcanhar do MID. De ambos os lados o contato com o solo foi dado com pé plano durante a fase de contato inicial (Parâmetro F) sendo outro achado que confirma fraqueza dos dorsiflexores. Apresentou nível de deambulação 5 (deambulação independente na comunidade). Após as sessões foi observado um aumento no ritmo do passo para o membro esquerdo, que na avaliação inicial levava de 1-3 segundos para começar a avançar após o toque do calcanhar do membro contralateral, e passou a requerer menos de 1 segundo. Este foi o único participante que apresentou aumento no parâmetro total do SCI-FAI.

Tabela 2 - Resultados iniciais e finais no WISCI II e 10MWT - Caso I

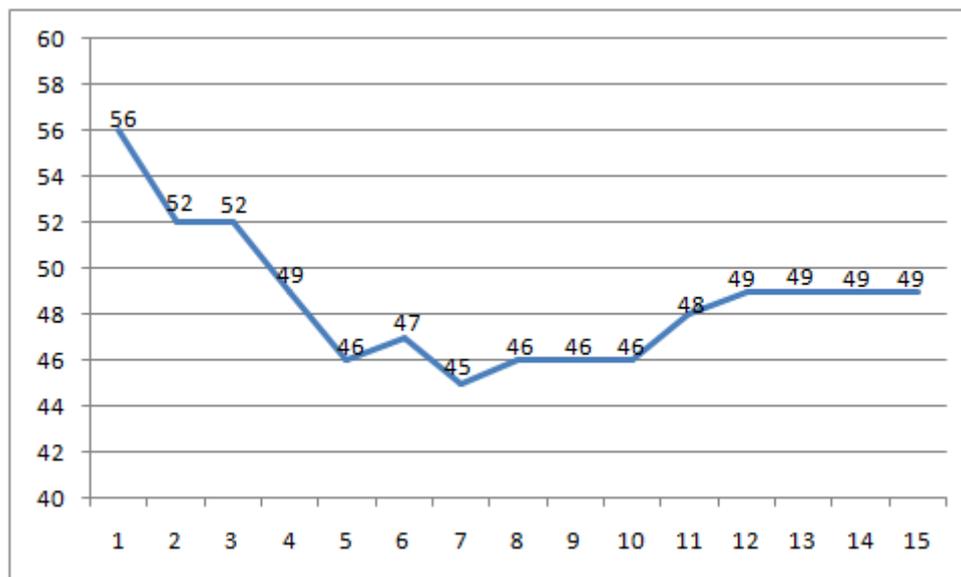
Walking Index Spinal Cord Injury (WISCI II) 10 Meter Walk Test (10MWT)				
NÍVEIS WISCI II	INICIAL		FINAL	
	VP*	VM**	VP*	VM**
Nível 16 - Duas muletas	0,46m/s	0,59m/s	0,41m/s	0,62m/s
Nível 19 - Uma muleta	0,10m/s	0,13m/s	0,15m/s	0,23m/s

* VP: Velocidade Própria
** VM: Velocidade Máxima

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Além disso, foi observada uma flutuação no limiar motor ao longo das sessões com diminuição súbita e posterior aumento gradativo acompanhado de manutenção de alguns valores, como mostrado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Valores do limiar motor ao longo das sessões de EMTr - Caso I



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O participante relatou sentir dor de cabeça persistente durante dois dias seguidos após a terceira sessão com Escala Numérica da Dor (END) grau 5 (moderada).

3.2 Caso II

Sexo masculino, 33 anos, há 7 anos sofreu lesão medular traumática por acidente automobilístico com nível anatômico T11-T12 e com nível neurológico T12 baseado nos escores sensitivo e motor do exame clínico padrão da ASIA, classificado no grupo ASIA D (Lesão motora incompleta com preservação sensitiva). O participante relatou ir a academia diariamente e realizar bicicleta durante 15 minutos, contração isométrica por 5 minutos na máquina extensora por 2 vezes, treino de marcha com auxílio de andador utilizando tornozeleira de 4 quilos por aproximadamente 15 minutos.

No escore motor para MMII da escala ASIA apresentou (1) fraqueza de flexores do quadril de ambos os lados com déficit na elevação das pernas durante a fase de balanço associado a movimento compensatório de rotação externa e leve abdução da perna (circundução moderada), (2) fraqueza do quadríceps de ambos os lados apresentando ausência de flexão do joelho durante a fase de resposta a carga, (3) fraqueza dos dorsiflexores de ambos os lados confirmada por flexão plantar excessiva durante fase de balanço e ausência de dorsiflexão na fase de contato inicial, e (4) fraqueza de flexores plantares de ambos os lados pronunciada por flexão excessiva de joelho.

Comparando os valores do escore motor para MMII da escala ASIA antes e após as sessões de EMTr é possível concluir que para boa parte dos grupos

musculares houve manutenção ou diminuição no grau de força após as intervenções (tabela 3).

Tabela 3- Resultados iniciais e finais no escore motor para MMII da escala ASIA - Caso II

Lower Extremity Motor Score (LEMS)				
MIÓTOMOS AVALIADOS	INICIAL		FINAL	
	D*	E**	D*	E**
L2 Flexores do Quadril	4	4	3	5
L3 Extensores do Joelho	3	3	3	2
L4 Dorsiflexores	2	2	2	2
L5 Extensor longo dos Dedos	3	3	1	3
S1 Flexores Plantares	2	2	2	2

* D: Lado Direito
** E: Lado Esquerdo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No WISCI II o indivíduo não apresentou nível autorrelatado por se deslocar em casa e na comunidade de cadeira de rodas, no entanto apresentou nível máximo 13 (Andador) com nível de conforto “desconfortável” (C4: “*Slightly uncomfortable*”), desse modo o 10MWT foi realizado apenas em um nível no WISCI II. Na avaliação inicial houve uma diferença considerável no tempo entre a velocidade própria e a velocidade máxima para o nível máximo no WISCI II (12s). Após as sessões houve um breve aumento tanto na velocidade própria (0,71s) quando na velocidade máxima (0,84s) (tabela 4).

Tabela 4 - Resultados iniciais e finais no WISCI II e 10MWT - Caso II

Walking Index Spinal Cord Injury (WISCI II)				
10 Meter Walk Test (10MWT)				
NÍVEIS WISCI II	INICIAL		FINAL	
	VP*	VM**	VP*	VM**
Nível 13 - andador	0,14m/s	0,20m/s	0,15m/s	0,21m/s

* VP: Velocidade Própria
** VM: Velocidade Máxima

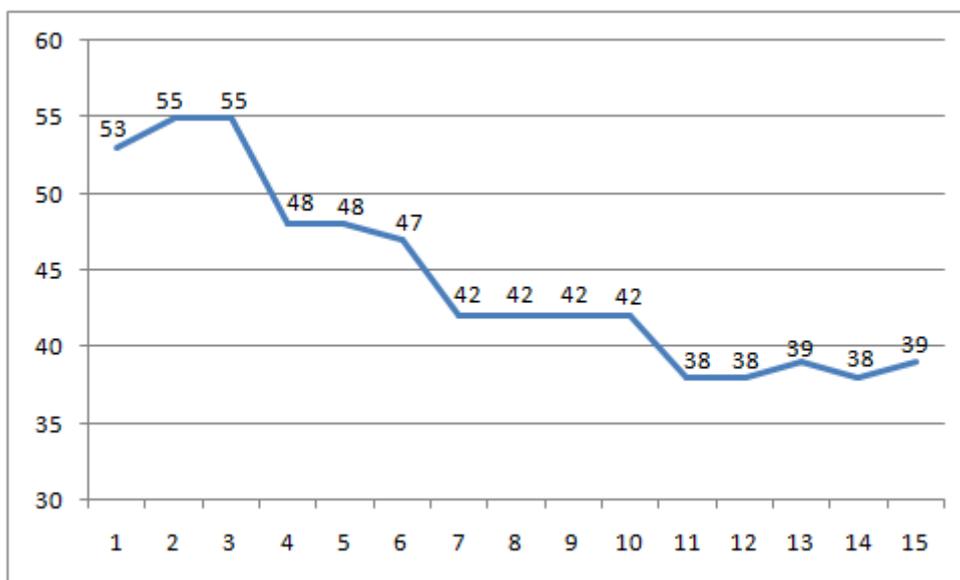
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No Parâmetro A do SCI-FAI ambos os membros inferiores levaram de 1-3 segundos para começar a avançar após o toque do calcanhar no solo do membro em apoio (Parâmetro C), quanto ao parâmetro D (Altura do passo) de ambos os lados os dedos arrastaram no solo durante a fase de balanço e o antepé fez

contato com o solo antes do calcanhar na fase de contato inicial. Apresentou Ambulação Fisiológica – caminha apenas para se exercitar (nível 1) no nível de deambulação do SCI-FAI.

Quanto ao limiar motor, foi evidenciada uma diminuição gradativa considerável ao longo das sessões de EMTr com diminuta oscilação inicial nos valores como mostrado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Valores do limiar motor ao longo das sessões de EMTr - Caso II



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

3.3 Caso III

Sexo masculino, 40 anos, sofreu lesão medular traumática por arma de fogo há 1 ano e 3 meses com nível anatômico T8-T9 e nível neurológico T10 de acordo com os escores sensitivo e motor da escala ASIA, classificado no grupo ASIA D (Lesão motora incompleta com preservação sensitiva). Participante relata fazer exercícios esporadicamente em casa por conta própria, e mais especificamente agachamento por 6 vezes, rotação do tronco por 10 vezes, extensão dos membros inferiores sendo 10 vezes em cada, e dorsiflexão de 5 a 6 vezes.

No escore motor da escala ASIA apresentou (1) fraqueza de flexores do quadril de ambos os lados, pronunciada por diminuição da elevação da perna esquerda durante a fase de balanço compensando com rotação externa e uso de adutores redundando em circundução, (2) fraqueza do quadríceps evidenciada por diminuição da flexão do joelho durante a fase de resposta a carga para ambos os membros (3) Fraqueza dos dorsiflexores do lado esquerdo pronunciada por ausência de dorsiflexão na fase de contato inicial (4) Fraqueza de flexores plantares de ambos os lados evidenciada por flexão excessiva de quadril com maior incidência do lado esquerdo (tabela 5).

Comparando os valores antes e após as sessões de EMTr observamos que,

de modo geral, houve manutenção ou aumento no grau de força dos grupos musculares, exceto para o extensor longo dos dedos e os flexores plantares (tabela 5).

Tabela 5 - Resultados iniciais e finais no escore motor para MMII da escala ASIA - Caso III

Lower Extremity Motor Score (LEMS)				
MIÓTOMOS AVALIADOS	INICIAL		FINAL	
	D*	E**	D*	E**
L2 Flexores do Quadril	4	3	5	4
L3 Extensores do Joelho	4	3	4	3
L4 Dorsiflexores	5	2	5	2
L5 Extensor longo dos Dedos	5	4	5	2
S1 Flexores Plantares	4	3	4	2

* D: Lado Direito
** E: Lado Esquerdo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No WISCI apresentou nível autorrelatado 19 (Uma muleta) com nível de conforto “normal” (C3: “*neither comfortable or neither uncomfortable*”) e nível máximo 20 (Nenhuma assistência) com nível de conforto “desconfortável (C4: “*slightly uncomfortable*”). Houve uma velocidade semelhante entre os níveis autorrelatado e máximo no WISCI II para o 10MWT (Tabela 6).

Tabela 6 - Resultados iniciais e finais no WISCI II e 10MWT - Caso III

Walking Index Spinal Cord Injury (WISCI II) 10 Meter Walk Test (10MWT)				
NÍVEIS WISCI II	INICIAL		FINAL	
	VP*	VM**	VP*	VM**
Nível 19 - Uma muleta	0,72m/s	0,99m/s	0,65m/s	1,08m/s
Nível 20 - Sem assistência	0,73m/s	0,92m/s	0,58m/s	0,92m/s

* VP: Velocidade Própria
** VM: Velocidade Máxima

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

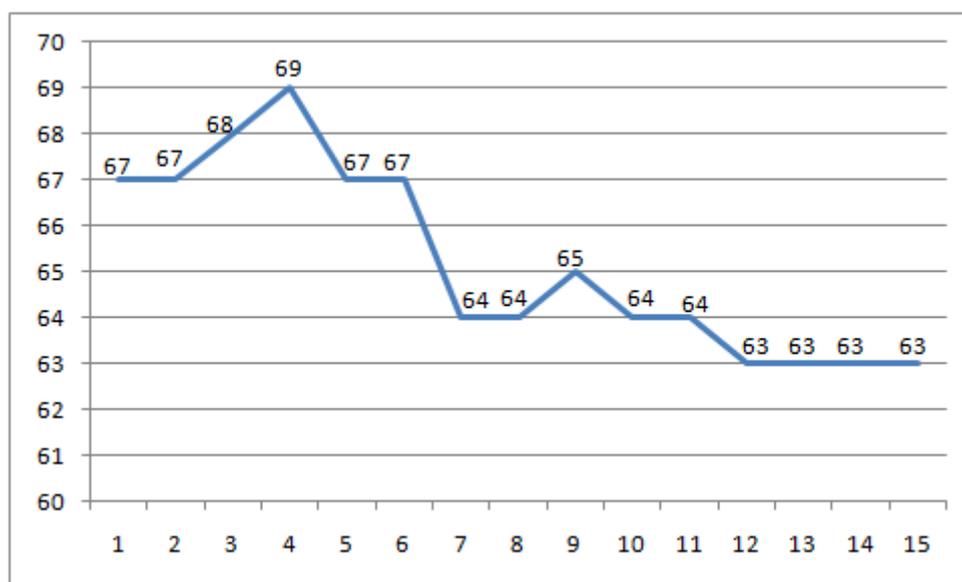
Na avaliação inicial houve diferença entre a velocidade própria e máxima nos níveis autorrelatado (2,32s) e máximo (1,64s) no WISCI II. Houve diminuição da velocidade própria (-0,77s) e aumento da velocidade máxima (0,49s) no nível

autorrelatado do WISCI II. No nível máximo houve diminuição na velocidade própria (-2,42s), e na velocidade máxima (-1s) (tabela 6).

No SCI-FAI apresentou déficit apenas nos parâmetros A mostrando ausência de transferência de peso para o lado direito, e B, apresentando pé esquerdo plano durante fase de contato inicial. Apresentou nível 5 de deambulação funcional - deambulação independente na comunidade. Não houveram diferenças na SCI-FAI após as intervenções.

O limiar motor apresentou flutuação ao longo das sessões de EMTr com presença de alguns oscilações, mas com diminuição gradativa nos valores como mostrado no gráfico 3.

Gráfico 3 - Valores do limiar motor ao longo das sessões de EMTr - Caso III



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

3.4 Caso IV

Sexo masculino, 32 anos, sofreu lesão medular traumática devido acidente automobilístico há 2 anos com nível anatômico T2 a T3 e nível neurológico T4, classificado no grupo ASIA D (Lesão motora incompleta com preservação sensitiva). O participante faz tratamento fisioterapêutico 3 vezes por semana na Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (CEF/UEPB) nos setores de fisioterapia neurofuncional e fisioterapia uroginecológica e obstétrica.

Realiza academia no departamento de educação física da UEPB sob supervisão de estagiários, nos mesmos dias do atendimento fisioterapêutico, em turno contrário (manhã), onde faz exercícios para o quadríceps femoral, tríceps sural, tibial anterior, isquiotibiais, adutores e abdutores do quadril, além disso faz agachamentos, exercício isométrico de “prancha”, e, ao final, esteira ou bicicleta de 15-20 minutos.

No escore motor da escala ASIA apresentou (1) fraqueza dos flexores do quadril do lado direito pronunciada por diminuição da elevação da perna direita

durante a fase de balanço e (2) fraqueza dos dorsiflexores do lado esquerdo evidenciada por diminuição da dorsiflexão na fase de contato inicial. Após as sessões de EMTr houve diminuição ou manutenção do grau de força muscular para a maioria dos grupos musculares (tabela 8).

Tabela 7 - Resultados iniciais e finais no escore motor para MMII da escala ASIA - Caso IV

Lower Extremity Motor Score (LEMS)				
MIÓTOMOS AVALIADOS	INICIAL		FINAL	
	D*	E**	D*	E**
L2 Flexores do Quadril	4	5	4	4
L3 Extensores do Joelho	5	5	4	3
L4 Dorsiflexores	5	4	3	3
L5 Extensor longo dos Dedos	4	5	5	4
S1 Flexores Plantares	5	5	4	3

* D: Lado Direito
** E: Lado Esquerdo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No WISCI apresentou nível autorrelatado 19 (Uma muleta) com nível de conforto “confortável” (“*Slightly comfortable*”) e nível máximo 20 (Sem assistência) com nível de conforto “desconfortável” (“*Slightly uncomfortable*”). Na avaliação inicial houveram diferenças consideráveis entre as velocidades própria e máxima nos níveis autorrelatado (1,15s) e máximo (5,35s) do WISCI II.

Tabela 8 - Resultados iniciais e finais no WISCI II e 10MWT - Caso IV

Walking Index Spinal Cord Injury (WISCI II)				
10 Meter Walk Test (10MWT)				
NÍVEIS WISCI II	INICIAL		FINAL	
	VP*	VM**	VP*	VM**
Nível 19 - Uma muleta	0,67m/s	0,77m/s	0,54m/s	0,70m/s
Nível 20 - Sem assistência	0,28m/s	0,53m/s	0,38m/s	0,53m/s

* VP: Velocidade Própria
** VM: Velocidade Máxima

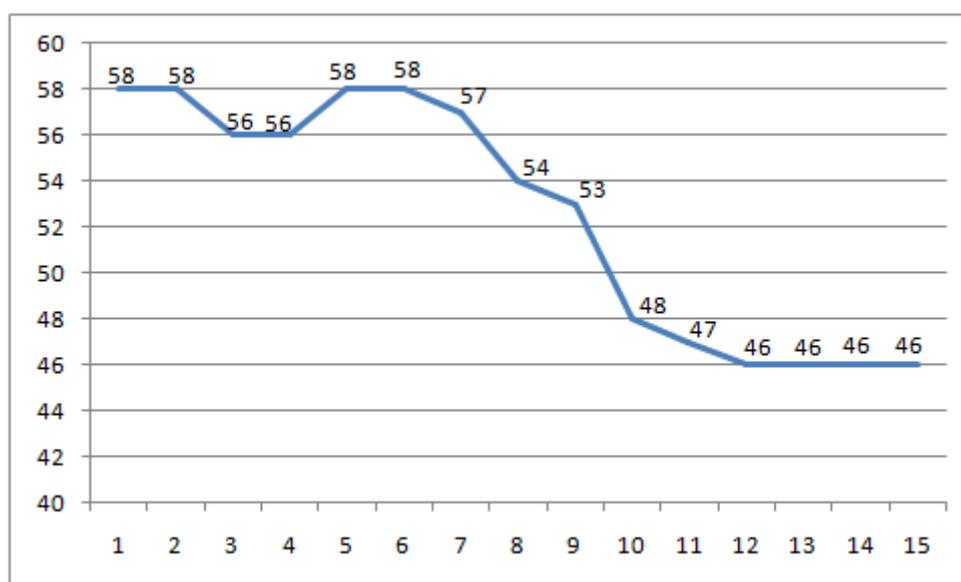
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Após as intervenções houve diminuição de velocidade própria no nível autorrelatado no WISCI (-2,03s) e aumento no nível máximo (5,34s). Já para a velocidade máxima houve diminuição para o nível autorrelatado e manutenção para o nível máximo no WISCI II (tabela 8).

No SCI-FAI o participante apresentou apenas pé-plano para o lado esquerdo durante a fase de contato inicial (Parâmetro E), e no nível de deambulação funcional foi classificado em 5 - deambulação independente na comunidade.

Os valores no limiar motor mostraram breve oscilação inicial com posterior diminuição gradativa e manutenção final dos valores como mostrado no gráfico 4.

Gráfico 4 - Valores do limiar motor ao longo das sessões de EMTr - Caso IV



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

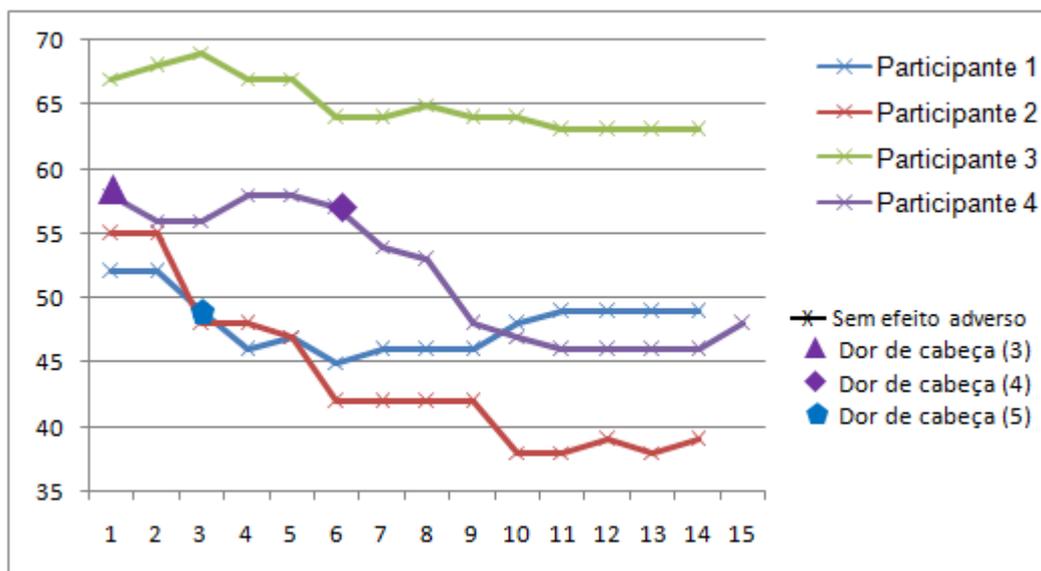
O participante relatou dor de cabeça cerca de 30 minutos após a primeira sessão com duração de aproximadamente uma hora e END grau 3, e quatro horas após a sexta sessão com duração de uma hora e meia e END= 4.

3.5 Considerações Gerais

Embora os valores para o limiar motor de todos os participantes tenham oscilado e de modo geral apresentado diminuição (Gráfico 5) não houveram diferenças significativas entre as sessões ($F= 0,5658$; $p= 0,8$) e entre a primeira e a última sessão ($t= 1,5753$; $p= 0,1$). De modo geral, o único efeito adverso manifestado por dois indivíduos entre o início e a metade das intervenções foi dor de cabeça leve a moderada (Escala Numérica da Dor - END: 3-5).

Foi evidenciada diminuição no escore motor da escala ASIA para a maioria dos participantes que pode estar relacionada com a redução de assiduidade nos exercícios realizados pelos indivíduos ou com fadiga produzida pelo deslocamento para realização das sessões.

Gráfico 5 - Dados gerais para o limiar motor e efeitos adversos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Para o 10MWT, de modo geral, foi observada uma diminuição na velocidade própria do nível autorrelatado no WISCI II, e um aumento na velocidade própria e máxima do nível máximo no WISCI II. No entanto, não houveram diferenças significativas na velocidade própria do nível autorrelatado ($t= -0,19$; $p= 0,8$) e do nível máximo no WISCI II ($t= 0,38257$; $p= 0,7$), nem na velocidade máxima no nível autorrelatado ($t= 0,036057$; $p= 0,9$) e máximo no WISCI II ($t= 0,47615$; $p= 0,6$).

4 DISCUSSÃO

Os efeitos da EMTr sobre a motricidade humana ainda precisam ser compreendidos, diante disso têm sido realizado estudos em diversas populações com transtornos do movimento como Acidente Vascular Encefálico (FISICARO, 2019; XIANG, 2016), doença de Parkinson (CHUNG, 2016; YANG, 2018) e lesão medular (LU, 2015). Na lesão medular os efeitos da EMTr tem sido verificados na espasticidade (GHAROONI, 2018; NARDONE, 2014), dor neuropática (NARDONE, 2017; SHIMIZU, 2017) e função motora em extremidades superiores (GOMES-OSMAN, 2015) e inferiores (BENITO, 2012; DE ARAÚJO, 2017) havendo uma variedade de protocolos para diferentes resultados esperados.

O protocolo utilizado neste estudo possui alguns parâmetros para a EMTr que diferem daqueles utilizados recentemente em estudos, como uma frequência mais baixa (5Hz), baixo número de pulsos por sessão (360 pulsos) devido ao curto tempo total da intervenção (324 segundos). Essas limitações estão relacionadas ao aparelho utilizado nas intervenções que possui apenas a unidade principal. No entanto em alguns estudos ainda é utilizado parâmetros semelhantes, em um estudo em andamento por exemplo houve uma distribuição de tempo semelhante para os trens e os intervalos (10 segundos), o que possibilitou um maior número total de pulsos (600 pulsos) embora o tempo total

de intervenção fosse baixo (240 segundos) (DE ARAÚJO, 2017).

Embora já existam estudos usando frequências mais altas de EMTr, alguns autores encontraram aumento sustentado na excitabilidade do córtex somatosensorial e do trato corticoespinal usando 5 Hz e os autores de um estudo em andamento acreditam que essa mesma frequência aplicada sobre o vértex (Cz) possa gerar recuperação sensorio motora e diminuição da espasticidade em indivíduos com lesão medular incompleta (RAGERT, 2004; KUPPUSWAMY, 2011; DE ARAÚJO, 2017).

No presente estudo não encontramos aumento da força muscular no escore motor para MMII da escala ASIA, e esses achados corroboram com os resultados encontrados por Kuppuswamy et. al, 2011 que utilizou a mesma frequência, com trens de pulsos de 2 segundos, e intervalos de 8 segundos durante 15 minutos. Embora o tempo de aplicação de EMTr desse estudo tenha sido superior, o curto tempo dos trens possibilitou menos pulsos a cada trem (10 pulsos), e baixo número total de pulsos se comparado a estudos recentes (180 pulsos).

Kumru et. al, 2016 encontrou mudanças significativamente maiores para o grupo real que para o grupo placebo no escore motor para MMII da escala ASIA após a aplicação de EMTr. No entanto após as sessões de EMTr foi realizado treino de marcha no Lokomat® (dispositivo que agrega esteira, guincho para suporte de peso e órtese robótica para membros inferiores). Os parâmetros utilizados neste estudo foram frequência de 20Hz, trens de pulso de 2 segundos, com intervalo de 28 segundos durante 20 minutos. A frequência mais elevada possibilitou um número considerável de pulsos por trens em menos tempo resultando em número total de pulsos elevado (1.800 pulsos).

No nosso estudo não foram observadas diferenças no WISCI II após as intervenções, assim como no estudo de Benito et. al, 2012, no entanto para esse estudo houve diferença significativa para a velocidade, cadência e comprimento do passo, enquanto que no nosso estudo observamos apenas mudanças em algumas modalidades de velocidade e no ritmo do passo para um indivíduo após a última sessão.

O protocolo de Benito et. al, 2012 consistiu de 15 sessões consecutivas de EMTr com frequência de 20Hz e trens de pulso de 2 segundos, com intervalos de 28 segundos, e um total de 1.800 pulsos por sessão aplicados no vértex (Cz). Além disso, as sessões de EMTr foram realizadas após as sessões de reabilitação que incluíam treino de atividades de vida diária (AVDs), terapia ocupacional, ginástica, esportes, hidroterapia e treino de marcha.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A EMTr foi capaz de gerar alterações na excitabilidade corticoespinal, no entanto essas alterações não influenciaram aspectos relacionados com a marcha de indivíduos com lesão medular incompleta.

Para mensurar se alterações na excitabilidade corticoespinal, produzidas por EMTr, podem gerar ganhos motores sustentados são necessários mais estudos com diferentes formas de intervenção, utilizando frequências mais altas de EMTr e duração total de sessão mais elevada por maiores períodos de tempo.

REFERÊNCIAS

ABUHASAN, Qais; MUNAKOMI, Sunil. Neuroanatomy, Pyramidal Tract. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2019.

BANKER, Linnea; TADI, Prasanna. Neuroanatomy, Precentral Gyrus. In: StatPearls [Internet]. **StatPearls Publishing**, 2019.

BENITO, J. et al. Motor and gait improvement in patients with incomplete spinal cord injury induced by high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation. **Topics in spinal cord injury rehabilitation**, v. 18, n. 2, p. 106-112, 2012.

BURNS, Anthony S. et al. Clinical diagnosis and prognosis following spinal cord injury. In: Handbook of clinical neurology. **Elsevier**, 2012. p. 47-62.

CHUNG, C. L.; MAK, M. K. Y. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on physical function and motor signs in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. **Brain stimulation**, v. 9, n. 4, p. 475-487, 2016.

DE ARAÚJO, Amanda Vitória Lacerda et al. Effects of high-frequency transcranial magnetic stimulation on functional performance in individuals with incomplete spinal cord injury: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, v. 18, n. 1, p. 522, 2017.

FIELD-FOTE, Edelle C. et al. The spinal cord injury functional ambulation inventory (SCI-FAI). **Journal of rehabilitation medicine**, v. 33, n. 4, p. 177-181, 2001.

FISICARO, Francesco et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation in stroke rehabilitation: review of the current evidence and pitfalls. **Therapeutic advances in neurological disorders**, v. 12, p. 1756286419878317, 2019.

GANAPATHY, Muthu Kuzhali; TADI, Prasanna. Neuroanatomy, Spinal Cord Morphology. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2019.

GHAROONI, Aref-Ali et al. Intermittent theta-burst stimulation for upper-limb dysfunction and spasticity in spinal cord injury: a single-blind randomized feasibility study. **Spinal cord**, p. 1, 2018.

GOMES-OSMAN, Joyce; FIELD-FOTE, Edelle C. Improvements in hand function in adults with chronic tetraplegia following a multi-day 10Hz rTMS intervention combined with repetitive task practice. **Journal of neurologic physical therapy: JNPT**, v. 39, n. 1, p. 23, 2015.

JAVED, Kinaan; DALY, Daniel. Neuroanatomy, Lateral Corticospinal Tract. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2019.

JAVED, Kinaan; DALY, Daniel. Neuroanatomy, Lower Motor Neuron Lesion. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2019.

KLOMJAI, Wanalee; KATZ, Rose; LACKMY-VALLÉE, Alexandra. Basic principles of transcranial magnetic stimulation (TMS) and repetitive TMS (rTMS). **Annals of physical and rehabilitation medicine**, v. 58, n. 4, p. 208-213, 2015.

KUMRU, Hatice et al. Placebo-controlled study of rTMS combined with Lokomat® gait training for treatment in subjects with motor incomplete spinal cord injury. **Experimental brain research**, v. 234, n. 12, p. 3447-3455, 2016.

LU, Xiao et al. Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review. **Clinical rehabilitation**, v. 29, n. 1, p. 3-13, 2015.

MARKHAM, Charles H. Vestibular control of muscular tone and posture. **Canadian Journal of Neurological Sciences**, v. 14, n. S3, p. 493-496, 1987.

NARDONE, R. et al. rTMS of the prefrontal cortex has analgesic effects on neuropathic pain in subjects with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 55, n. 1, p. 20, 2017.

NARDONE, Raffaele et al. rTMS modulates reciprocal inhibition in patients with traumatic spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 52, n. 11, p. 831-835, 2014.

RAGERT, Patrick et al. Sustained increase of somatosensory cortex excitability by 5 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation studied by paired median nerve stimulation in humans. **Neuroscience letters**, v. 356, n. 2, p. 91-94, 2004.

SHIMIZU, Takeshi et al. Efficacy of deep rTMS for neuropathic pain in the lower limb: a randomized, double-blind crossover trial of an H-coil and figure-8 coil. **Journal of neurosurgery**, v. 127, n. 5, p. 1172-1180, 2017.

URBIN, M. A. et al. What is the functional relevance of reorganization in primary motor cortex after spinal cord injury?. **Neurobiology of disease**, v. 121, p. 286-295, 2019.

VAN WITTENBERGHE, Isabella C.; PETERSON, Diana C. Neuroanatomy, Corticospinal Tract Lesion. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2019.

XIANG, Huifang et al. The effect and optimal parameters of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor recovery in stroke patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Clinical rehabilitation**, v. 33, n. 5, p. 847-864, 2019.

YANG, Changxia et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation therapy for motor recovery in Parkinson's disease: A Meta- analysis. **Brain and behavior**, v. 8, n. 11, p. e01132, 2018.

YIP, Derek W.; LUI, Forshing. Physiology, Motor Cortical. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2019.

ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIO PARA TRIAGEM DE CANDIDATOS A EMT**QUESTIONÁRIO PADRÃO PARA TRIAGEM DE CANDIDATOS A EMT**

- 1- Você já fez Eletroencefalograma?
- 2- Você tem epilepsia ou você já teve uma convulsão?
- 3- Você já teve trauma craniano grave (ou seja, seguido de perda de consciência)?
- 4- Você está grávida ou há alguma chance de que você possa se tornar daqui a menos de um ano?
- 5- Você tem metal no cérebro/ crânio (exceto titânio)? (Por exemplo, lascas, fragmentos, cliques, etc.)
- 6- Você tem implantes cocleares?
- 7- Você tem um neuroestimulador implantado? (Por exemplo, implante de estimulação cerebral profunda, Sistema de estimulação do nervo vago).
- 8- Você tem um marca-passos cardíaco, linhas intracardíacas ou metal em seu corpo?
- 9- Você tem um dispositivo de infusão de medicação?
- 10- Você consome bebidas alcoólicas com que frequência?
- 11- Você está tomando alguma medicação? (Favor listar)

RISCO POTENCIAL	RISCO RELATIVO	FORTE RISCO RELATIVO
------------------------	-----------------------	-----------------------------

<p>Imipramina, Amitriptilina, Doxepina, Nortriptilina, Maprotilina, Clorpromazina, Clozapina, Foscarnet, Ganciclovir, Ritonavir, Anfetaminas, Cocaína, Fenciclidina, Ketamina, Gama-hidroxi-butilato, Álcool, Teofilina.</p>	<p>Mianserina, Fluoxetina, Fluvoxamina, Paroxetina, Sertralina, Citalopram, Reboxetina, Venlafaxina, Duloxetina, Bupropiona, Mirtazapina, Flufenazina, Pimozida, Haloperidol, Olanzapina, Quetiapina, aripiprazole, ziprasidona, risperidona, cloroquina, mefloquina, imipenem, penicilina, ampicilina, cefalosporinas, metronidazol, isoniazida, levofloxacina, ciclosporina, clorambucil, vincristina, metotrexato, citosina arabinósido, BCNU, lítio, anticolinérgicos, anti- histamínicos, simpaticomiméticos.</p>	<p>Álcool, barbitúricos, benzodiazepínicos, meprobamato, cloral hidrato.</p>
--	---	---

12- Você tem insônia ou é exposto continuamente a situações de privação do sono?

13- Você tem algum problema auditivo ou zumbido em seus ouvidos?

- 14- Você já teve procedimentos cirúrgicos para a sua medula espinhal?
- 15- Você tem derivações vertebrais ou ventriculares (cateter para drenagem de líquido)?
- 16- Você já passou por Estimulação Magnética Transcraniana no passado?
- 17- Você já passou por Ressonância Magnética no passado?
- 18- Alguma vez você já teve um desmaio ou síncope? Se sim, por favor, descreva em que ocasião(s).

ANEXO B - EXAME CLÍNICO NEUROLÓGICO PADRONIZADO DA AMERICAN SPINAL INJURY ASSOCIATION (ASIA)



INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY (ISNCSCI)



INTERNATIONAL SPINAL CORD SOCIETY

Patient Name _____

Date/Time of Exam _____

Examiner Name _____

Signature _____

RIGHT

MOTOR KEY MUSCLES

Upper Extremity Right

Elbow flexors C5
Wrist extensors C6
Elbow extensors C7
Finger flexors C8
Finger abductors (little finger) T1

KEY SENSORY POINTS
Light Touch (LT) Pin Prick (PP)

C2 _____
C3 _____
C4 _____
T2 _____
T3 _____
T4 _____
T5 _____
T6 _____
T7 _____
T8 _____
T9 _____
T10 _____
T11 _____
T12 _____
L1 _____

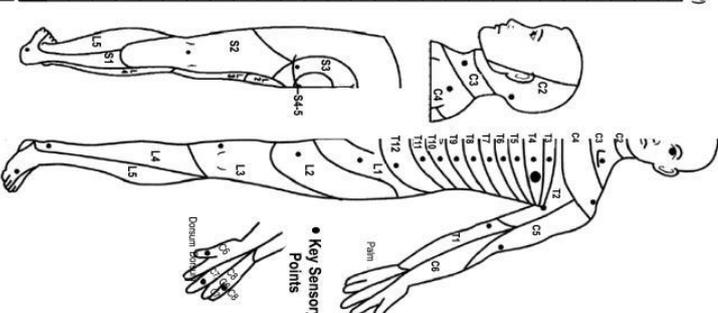
NERVE ROOTS

LER (Lower Extremity Right)
Knee extensors L3
Ankle dorsiflexors L4
Long toe extensors L5
Ankle plantar flexors S1

(NAC) Voluntary anal contraction (Yes/No)

S2 _____
S3 _____
S4-5 _____

RIGHT TOTALS
(50) _____ (56) _____



• Key Sensory Points

LEFT

MOTOR KEY MUSCLES

Upper Extremity Left

Elbow flexors C5
Wrist extensors C6
Elbow extensors C7
Finger flexors C8
Finger abductors (little finger) T1

KEY SENSORY POINTS
Light Touch (LT) Pin Prick (PP)

C2 _____
C3 _____
C4 _____
T2 _____
T3 _____
T4 _____
T5 _____
T6 _____
T7 _____
T8 _____
T9 _____
T10 _____
T11 _____
T12 _____
L1 _____

NERVE ROOTS

LEL (Lower Extremity Left)
Hip flexors L2
Knee extensors L3
Ankle dorsiflexors L4
Long toe extensors L5
Ankle plantar flexors S1

(DAP) Deep anal pressure (Yes/No)

S2 _____
S3 _____
S4-5 _____

LEFT TOTALS
(50) _____ (56) _____

SCORING ON REVERSE SIDE

0 = total palsy/absent
1 = palpable or visible contraction
2 = active movement, gravity assisted
3 = active movement, against gravity
4 = active movement, against full resistance
5 = normal movement for palsy/dysesthesia
NT = not testable

SENSORY (SCORING ON REVERSE SIDE)

0 = absent
1 = altered
2 = normal
NT = not testable

MOTOR SUBSCORES

UR + UL = UEMS TOTAL (50) _____

MAX (25) (25)

LR + LL = LEMS TOTAL (50) _____

MAX (25) (25)

RLT + LRT = RT TOTAL (56) _____

MAX (56) (56)

RPP + LPP = PP TOTAL (112) _____

MAX (56) (56)

NEUROLOGICAL LEVELS

1. SENSORY LEVEL OF INJURY (NL)

2. MOTOR LEVEL OF INJURY (ML)

3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NL)

4. COMPLETE OR INCOMPLETE?

Incomplete = any sensory or motor function in S4-5

5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS)

Most caudal level with any innervation

REVISIONS

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association.

ANEXO C - WALKING INDEX SPINAL CORD INJURY II (WISCI II)

Scoring Sheet for the Walking Index for Spinal Cord Injury II (WISCI II)

Name _____

Date _____

Check descriptors that apply to current walking performance, and then assign the highest level of walking performance. (In scoring a level, one should choose the level at which the patient is safe as judged by the therapist, with patient's comfort level described. If devices other than those stated in the standard definitions are used, they should be documented as descriptors. If there is a discrepancy between two observers, the higher level should be chosen.)

Descriptors: Make ONE selection only in each section

Devices	Comments	Braces	Comments
D1 Parallel bars < 10 meters		B1 Long Leg Braces - Uses 2 - Locked at knee	
D2 Parallel bars 10+ meters		B2 Long Leg Braces - Uses 1 - Locked at knee	
D3 Walker - Standard		B3 Short Leg Braces - Uses 2 - Unlocked	
D4 Walker - rolling platform		B4 Short Leg Braces - Uses 1 - Unlocked	
D5 Walker - other > describe >>>		B5 Alpine boots	
D6 Crutches - Uses 2		B6 Ace bandages	
D7 Crutches - Uses 1		B7 High tops	
D8 Canes- Quad - Uses 2		B8 Other braces / bracing methods > describe >	
D9 Canes- Quad - Uses 1		B9 No braces	
D10 No devices			
Assistance	Comments	Patient reported comfort level	Comments
A1 Max assist x 2 people*		C1 Very comfortable	
A2 Min/Mod assist x 2 people*		C2 Slightly comfortable	
A3 Min/Mod assist x 1 person ¹		C3 Neither comfortable nor uncomfortable	
A4 No assistance		C4 Slightly uncomfortable	
Patient safety comments			

*Applies only to WISCI II levels 1 and 2; ¹Applies to WISCI II levels 3,4,6,7,8,10,11,14,17

WISCI Levels

Level	Devices	Braces	Assistance	Distance
0				Unable
1	Parallel bars	Braces	2 persons	Less than 10 meters
2	Parallel bars	Braces	2 persons	10 meters
3	Parallel bars	Braces	1 person	10 meters
4	Parallel bars	No braces	1 person	10 meters
5	Parallel bars	Braces	No assistance	10 meters
6	Walker	Braces	1 person	10 meters
7	Two crutches	Braces	1 person	10 meters
8	Walker	No braces	1 person	10 meters
9	Walker	Braces	No assistance	10 meters
10	One cane/crutch	Braces	1 person	10 meters
11	Two crutches	No braces	1 person	10 meters
12	Two crutches	Braces	No assistance	10 meters
13	Walker	No braces	No assistance	10 meters
14	One cane/crutch	No braces	1 person	10 meters
15	One cane/crutch	Braces	No assistance	10 meters
16	Two crutches	No braces	No assistance	10 meters
17	No devices	No braces	1 person	10 meters
18	No devices	Braces	No assistance	10 meters
19	One cane/crutch	No braces	No assistance	10 meters
20	No devices	No braces	No assistance	10 meters

Baseline/Self-Selected Level assigned _____
 Maximum WISCI Level assigned _____

ANEXO D - 10 METER WALK TEST

10 Meter Walk Testing Form

Name: _____

Assistive Device and/or Bracing Used: _____

Date: _____

Seconds to ambulate 10 meters (only the middle 6 meters are timed)

Self-Selected Velocity: Trial 1 _____ sec. Fast Velocity: Trial 1 _____ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 2 _____ sec. Fast Velocity: Trial 2 _____ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 3 _____ sec. Fast Velocity: Trial 3 _____ sec.

Self-Selected Velocity: Average time _____ sec. Fast Velocity: Average time _____ sec.

Actual velocity: Divide 6 by the average seconds

Average Self-Selected Velocity: _____ m/s

Average Fast-Velocity: _____ m/s

Date: _____

Seconds to ambulate 10 meters (only the middle 6 meters are timed)

Self-Selected Velocity: Trial 1 _____ sec. Fast Velocity: Trial 1 _____ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 2 _____ sec. Fast Velocity: Trial 2 _____ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 3 _____ sec. Fast Velocity: Trial 3 _____ sec.

Self-Selected Velocity: Average time _____ sec. Fast Velocity: Average time _____ sec.

Actual velocity: Divide 6 by the average seconds

Average Self-Selected Velocity: _____ m/s

Average Fast-Velocity: _____ m/s

ANEXO E - SPINAL CORD INJURY FUNCTIONAL AMBULATION INVENTORY (SCI-FAI)

Observational gait assessment instrument—SCI-FAI 181

APPENDIX A

SCI Functional Ambulation Inventory (SCI-FAI)

Name:	Session:	Date:			
PARAMETER	CRITERION	L	R		
A. Weight shift	shifts weight to stance limb	1	1		
	weight shift absent or only onto assistive device	0	0		
B. Step width	swing foot clears stance foot on limb advancement	1	1		
	stance foot obstructs swing foot on limb advancement	0	0		
	final foot placement does not obstruct swing limb	1	1		
	final foot placement obstructs swing limb	0	0		
C. Step rhythm (relative time needed to advance swing limb)	at heel strike of stance limb, the swing limb: begins to advance in <1 second <i>or</i> requires 1–3 seconds to begin advancing <i>or</i> requires >3 seconds to begin advancing	2	2		
		1	1		
		0	0		
D. Step height	toe clears floor throughout swing phase <i>or</i> toe drags at initiation of swing phase only <i>or</i> toe drags throughout swing phase	2	2		
		1	1		
		0	0		
E. Foot contact	heel contacts floor before forefoot <i>or</i> forefoot or foot flat first contact with floor	1	1		
		0	0		
F. Step length	swing heel placed forward of stance toe <i>or</i> swing toe placed forward of stance toe <i>or</i> swing toe placed rearward of stance toe	2	2		
		1	1		
		0	0		
Parameter total				Sum	/20
ASSISTIVE DEVICES		L	R		
Upper extremity balance/weightbearing devices	None	4	4		
	Cane(s)	3	3		
	Quad cane(s), Crutch(es) (forearm/axillary)	2	2		
	Walker		2		
	Parallel bars		0		
Lower extremity assistive devices	None	3	3		
	AFO	2	2		
	KAFO	1	1		
	RGO	0	0		
Assistive device total				Sum	/14
TEMPORAL/DISTANCE MEASURES					
Walking mobility (typical walking practice as opposed to W/C use)	Walks ...				
	regularly in community (rarely/never use W/C)	5			
	regularly in home/occasionally in community	4			
	occasionally in home/rarely in community	3			
	rarely in home/never in community	2			
	for exercise only	1			
does not walk	0				
Walking mobility score				Sum	/5
Two-minute walk test (distance walked in 2 minutes)	Distance walked in 2 minutes =	feet/minute	meters/ minute		

AFO: ankle-foot orthosis; KAFO: knee-ankle-foot orthosis.

APPENDIX B

WALKING MOBILITY: CRITERIA FOR LEVELS OF AMBULATION

1. *Physiologic ambulation*: endurance, strength, or level of assistance required, make the ambulation not functional. May require assistance to stand. (Walks for exercise only.)
2. *Limited household ambulation*: able to walk in the home but limited by endurance, strength or safety. (Walks rarely in the home/never in community.)
3. *Independent household ambulation*: walks continuously for distances that

- are considered reasonable for inside the home. May require assistance with stairs inside and curbs, ramps outside the home. A wheelchair may be used outdoors. (Walks occasionally in home/rarely in community.)
4. *Limited community ambulation*: walks outside the home and can manage, doors, low curbs and ramps. A wheelchair may be used for long distances. (Walks regularly in the home/occasionally in community.)
 5. *Independent community ambulator*: walks for distances of approximately 400 meters (1/4 mile) at a speed at least 50% of normal. Can manage all aspects of walking safely, including curbs, stairs and doors. (Walks regularly in the community [rarely/never uses W/C].)

Adapted from: Perry J, Garrett M, Gronely JK, Mulroy SJ. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke* 1995; 26: 982–989.