



Acta Ortopédica Brasileira

ISSN: 1413-7852

actaortopedicasociedade@uol.com.br

Sociedade Brasileira de Ortopedia e

Traumatologia

Brasil

Roland Tancredo, Janaina; Manzano Maria, Renata; Ferreira Braga Machado de Azevedo, Eliza
Regina; Alonso, Karina Cristina; Varoto, Renato; Cliquet Junior, Alberto

Análise Clínica da Espasticidade em Indivíduos com Lesão Medular

Acta Ortopédica Brasileira, vol. 21, núm. 6, 2013, pp. 310-314

Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65728790002>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

ANÁLISE CLINICA DA ESPASTICIDADE EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR

CLINICAL ASSESSMENT OF SPASTICITY IN INDIVIDUALS WITH SPINAL CORD INJURY

JANAINA ROLAND TANCREDO¹, RENATA MANZANO MARIA², ELIZA REGINA FERREIRA BRAGA MACHADO DE AZEVEDO¹, KARINA CRISTINA ALONSO¹, RENATO VAROTO², ALBERTO CLIQUET JUNIOR^{1,2}

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito da estimulação elétrica neuromuscular na espasticidade nos pacientes com lesão medular. Métodos: Participaram do estudo onze sujeitos lesados medulares (C4 a T5). Foram utilizados para esta avaliação a escala modificada de Ashworth e o teste pendular, que foi realizado através do Dispositivo de Teste Pendular - DTP (o equipamento possui um acelerômetro de transdutores de cristais de quartzo e eletrogoniômetro de fibra óptica flexível que mede as tensões e os deslocamentos angulares). Os pacientes realizaram estimulação elétrica neuromuscular (EENM) nos músculos quadríceps e nervo fibular, sendo que os testes foram aplicados antes e após o procedimento. Resultados: Os dados mostram uma diminuição da espasticidade após a EENM, com características tais como um aumento na variação entre o pico máximo e o mínimo, ou seja, aumento da amplitude das curvas. Além disso, os dados da escala subjetiva, e escala modificada de Ashworth, após a estimulação elétrica neuromuscular também apresentaram uma redução nos valores da espasticidade. Conclusão: Os dados sugerem que a EENM é eficaz para reduzir a espasticidade imediatamente após a sua realização. **Nível de Evidência II, Estudos Terapêuticos -Investigação dos Resultados do Tratamento.**

Descritores: Traumas medulares. Espasticidade. Estimulação elétrica neuromuscular.

Citação: Tancredo JR, Maria RM, Azevedo ERF, Alonso KC, Varoto R, Cliquet Junior A. análise clínica da espasticidade em indivíduos com lesão medular. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(6):310-4. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

A lesão medular, de acordo com estimativas disponíveis para a população mundial, afeta cerca de 20 a 40 pessoas a cada milhão de habitantes, provocando um grande impacto na vida dos pacientes e de seus familiares.¹ É uma patologia que dependendo do grau de comprometimento, gera alterações motoras e sensitivas.² A lesão da medula espinhal traz inúmeras complicações aos pacientes, sendo que estas são geradas pela própria lesão, como as

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of neuromuscular electrical stimulation on spasticity in patients with spinal cord injury. **Methods:** The study included eleven subjects with spinal cord injuries (C4 to T5). The modified Ashworth scale and pendulum test, which is accomplished through the Pendular Test Device - PTD (equipment which has a quartz crystal transducer accelerometer and optic fiber flexible electrogoniometer measuring the tensions and angular displacements). Patients underwent neuromuscular electrical stimulation (NMES) to the quadriceps muscle from fibular nerve, and the tests were administered before and after therapy. **Results:** The data show a decrease in spasticity after NMES, with features such as increasead variation between maximum and minimum peaks, i.e. increased amplitude of the curves. Furthermore, data from the subjective scale, and modified Ashworth scale after neuromuscular electrical stimulation also showed a reduction in the values of spasticity. **Conclusion:** The data suggest that NMES is effective in reducing spasticity immediately after completion. **Level of Evidence II, Therapeutic Studies-Investigating the Results of Treatment.**

Keywords: Spinal cord injuries. Spasticity. Neuromuscular electrical stimulation.

Citation: Tancredo JR, Maria RM, Azevedo ERF, Alonso KC, Varoto R, Cliquet Junior A. clinical assessment of spasticity in individuals with spinal cord injury. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(6):310-4. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

infecções urinárias de repetição, a osteoporose pela diminuição da tensão mecânica nos ossos, as deficiências cardiovasculares, a atrofia muscular, a espasticidade, entre outros.^{3,4} Uma das características do paciente com lesão medular é a espasticidade. Ela ocorre quando há uma lesão do neurônio motor superior causando um aumento do reflexo de estiramento, alterações do tônus muscular e, especialmente, uma maior resistência ao movimento passivo, entre outros.^{5,6}

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1. Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor. Departamento de Ortopedia e Traumatologia. Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.

2. Laboratório de Biocibernética e Engenharia de Reabilitação, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Trabalho desenvolvido no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil. Correspondência: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas. Rua: Tessalia Vieira de Camargo, 126. Departamento de Ortopedia e Traumatologia/FCM. Cidade Universitária - 13083-970 - Campinas, SP, Brasil. janna_roland@yahoo.com.br / jannaroland@gmail.com

Existem algumas formas de mensurar a espasticidade, exemplo disso, são as escalas (sendo que a mais utilizada é a escala modificada de Ashworth) e o teste pendular. Outra técnica muito utilizada é o teste do pêndulo de Wartenberg que consiste em medir a espasticidade e a rigidez através da movimentação passiva da articulação do joelho.^{7,8}

O tratamento medicamentoso da espasticidade é utilizado quando ocorre uma alteração na função ou deformidades músculo-esqueléticas. Elas atuam diminuindo a excitabilidade dos reflexos medulares. As drogas utilizadas: baclofeno, Diazepam, Clorazepato, Clonazepam, Pirazepam, Tizanidina entre muito outros.⁹

O objetivo do presente trabalho foi determinar aplicando o teste pendular e a escala modificada de Ashworth, em pacientes com lesão medular, se após a estimulação elétrica neuromuscular, ocorre uma redução significativa na intensidade da espasticidade.

MATERIAL E MÉTODO

Sujeitos

Participaram do estudo, onze indivíduos do sexo masculino com lesão medular (nível de lesão de C4 a T5, sendo que destes, nove eram ASIA A, 1 ASIA B e 1 ASIA D), com idade média de 34 ($\pm 11,57$) anos, massa corporal média de 68,5 ($\pm 13,13$) quilos, estatura média 1,74 ($\pm 0,05$) metros. Cinco pacientes não tomavam nenhuma medicação para espasticidade e seis tomavam, sendo cinco faziam uso de Baclofeno e 1 de Clonazepam. Todos os voluntários são pacientes ambulatoriais do Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital das Clínicas-UNICAMP e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O presente trabalho foi submetido ao comitê de ética e aprovado. Na Tabela 1 estão algumas das características físicas dos pacientes envolvidos na pesquisa.

Como critério de inclusão, os pacientes com lesão medular deveriam ser adultos, com diagnóstico de lesão medular há mais de três anos; não apresentarem nenhuma patologia que contra-indicasse a participação no estudo.

Tabela 1. Características antropométricas dos voluntários estudados.

Pacientes	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (m)
1	22	50	1,70
2	33	78	1,72
3	30	60	1,73
4	29	65	1,70
5	22	56	1,80
6	40	67,8	1,81
7	41	65	1,65
8	39	72	1,70
9	24	64	1,79
10	62	80	1,80
11	37	95	1,75
Média	34,54 ($\pm 11,57$)	68,43 ($\pm 13,13$)	1,74 ($\pm 0,05$)

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

O protocolo experimental foi dividido em 3 etapas:

1^a etapa

Teste pendular:

Previamente à realização da estimulação elétrica neuromuscular (EENM), o teste de pêndulo foi realizado através do dispositivo, projetado e construído especialmente para avaliar a espasticidade.¹⁰ (Figura 1)

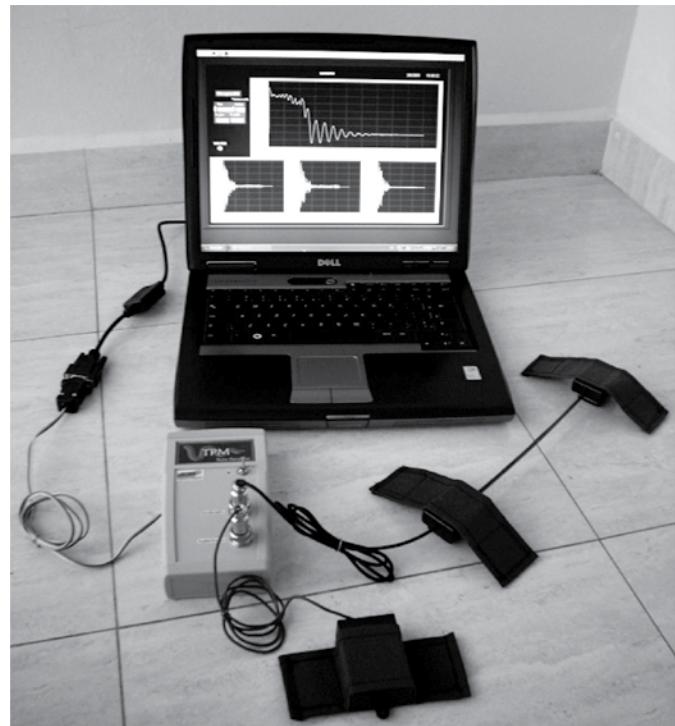


Figura 1. Equipamento DTP conectado ao computador.

O equipamento (DTP) é composto de dois tipos de sensores: o acelerômetro e o eletrogoniômetro. O acelerômetro consiste em transdutores de cristais de quartzo, que são sensíveis ao efeito piezoelettrico devido a pressão causada por tremores musculares. O sinal é amplificado através de um circuito especialmente concebido para medir as frequências de oscilação do sinal elétrico em três eixos perpendiculares (eixo X, Y e Z).

O eletrogoniômetro mede o deslocamento angular. É um dispositivo constituído por fibra óptica flexível. As mudanças de curvatura da fibra causam atenuação na propagação da luz. A atenuação observada está relacionada com o deslocamento angular. Para a coleta de dados do paciente o acelerômetro e dispositivos eletrogoniômetro são aplicados, fixados no paciente através de uma superfície que adere ao velcro dos sensores. Os valores dos deslocamentos angulares e tensões, que são enviados a um microcontrolador, são convertidos de sinais analógicos em sinais digitais. Um software específico foi desenvolvido para análise de dados e o resultado final da variação do pêndulo é mostrado em uma tela do computador. (Figura 1)

Para a fixação do goniômetro e acelerômetro, foram utilizados dois velcros dos sensores, um na coxa e outro na perna, sendo que na coxa foi fixado o acelerômetro a 8 cm acima da borda superior da patela, e o goniômetro no centro da articulação do joelho. (Figura 2)

As medidas foram realizadas no membro inferior direito do paciente e repetidas 3 vezes. Previamente a cada experimento, outro pesquisador avaliou a espasticidade através da escala modificada de Ashworth.

Foi realizada uma escala subjetiva antes e após a sessão de EENM. Foi mostrada uma escala ao paciente, de 0 a 10, no qual zero é denominado sem espasticidade e 10 muita espasticidade. Foi solicitado ao paciente que graduasse a sua percepção de espasticidade antes de realizar a avaliação pré-treinamento com estimulação elétrica neuromuscular e antes de realizar a avaliação pós-treinamento.



Figura 2. Posicionamento do paciente para o teste pendular.

2^a Etapa

Estimulação elétrica neuromuscular (EENM):

Nessa etapa os pacientes realizavam a EENM, através de um estimulador elétrico de 4 canais, que apresenta um sinal de 25Hz monofásico com pulsos retangulares com $300\mu\text{s}$ de duração e intensidade máxima de 100mV (carga 1KΩ). A EENM foi realizada na musculatura do quadríceps e nervo fibular, durante 20 e 15 minutos respectivamente.

3^a Etapa

Teste pendular:

Foi realizada a reavaliação após a sessão de EENM. Novamente outro pesquisador avaliou a espasticidade através da escala de Ashworth e, em seguida, aplicou-se o teste pendular através do dispositivo DTP.

ANÁLISE DE DADOS

O software foi desenvolvido para o funcionamento do programa que consiste na análise do teste pendular, coleta de dados e projeção de gráficos.

Com a análise dos dados e projeção dos gráficos foi possível verificar os valores da variação entre o pico máximo e o pico mínimo de cada oscilação do gráfico. A diferença entre esses picos foram medidos nas curvas obtidas de cada paciente antes e após a sessão de EENM.

As Figuras 3 e 4 mostram os gráficos do teste pendular de um paciente com lesão medular. As medições foram feitas antes e após a EENM. Além destes dados e adotando a mesma nomenclatura de Stillman *et al.*,¹¹ foram calculados o ângulo de inicio do teste (Ângulo inicial = On Ang), ângulo final da resposta do teste (Ângulo final de repouso = Rest Ang), o ângulo no final do primeiro movimento de flexão (F1 Ang), ângulo no final do primeiro movimento de extensão (E1 Ang), Amplitude inicial de flexão (F1 Amp = F1 Ang - On Ang), Amplitude inicial de extensão (E1 Amp = F1 ang - E1 ang), Amplitude do movimento total (Plat Amp = Rest Ang - On Ang), índice de relaxamento (RI = F1 Amp/ Plat Amp), índice de relaxamento de extensão (ERI = E1 Amp/ Plat Amp).

RESULTADOS

Na Figura 3, pode-se observar que a amplitude de movimento está reduzida, e há presença de movimentos oscilatórios desorganizados. Isso ocorre porque não há um controle muscular e

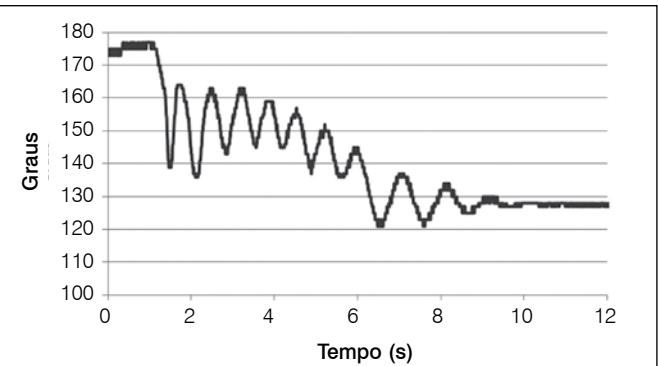


Figura 3. Curva do teste pendular antes EENM (Perna D).

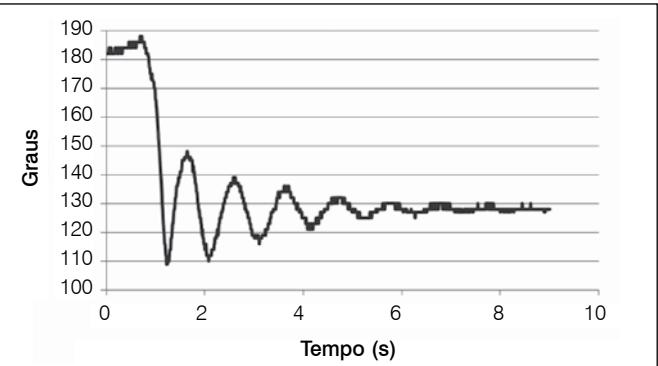


Figura 4. Curva do teste pendular após EENM (Perna D).

nem frequência de oscilação constante. O início do movimento é marcado por uma posição angular que é geralmente menor do que o esperado. Normalmente, o fim do movimento é resultante da perda de energia devido ao atrito causado pela oscilação da perna com o ar, bem como da descontração muscular.

A Figura 4, após a EENM, mostra uma diminuição na intensidade da espasticidade, a qual é caracterizada no gráfico com uma variação maior entre o pico máximo e mínimo como também, por um movimento oscilatório mais organizado que apresentam curvas mais harmônicas. Observa-se nesse gráfico um decaimento da intensidade da curva bastante suave. A Figura 5 apresenta os resultados das medidas da intensidade da curva antes e após EENM de um paciente, mostrando que houve uma diminuição da espasticidade. A Tabela 2 mostra o resultado das avaliações realizadas com o teste pendular de onze pacientes avaliados antes e após a estimulação elétrica neuromuscular. A média e desvio padrão da amplitude da curva, da amplitude da flexão inicial, da amplitude da extensão inicial, do índice de relaxamento e do índice de extensão foram calculados de acordo com as definições anteriores.¹¹ Os valores calculados antes e após a estimulação elétrica neuromuscular mostram um aumento no índice de relaxamento, indicando que a estimulação contribui para reduzir a gravidade da espasticidade. (Tabela 2)

Nas Tabelas 3 e 4 os resultados foram calculados nas avaliações em pacientes que utilizam medicamentos e aqueles pacientes que não utilizam medicamentos. Além disso, o teste do pendulo foi aplicado antes e após a estimulação elétrica neuromuscular (EENM). Os resultados da escala modificada de Ashworth e da escala subjetiva de espasticidade antes e após EENM estão apresentados respectivamente na Tabela 5 e na Figura 6. Observou-se também que houve diminuição da espasticidade.

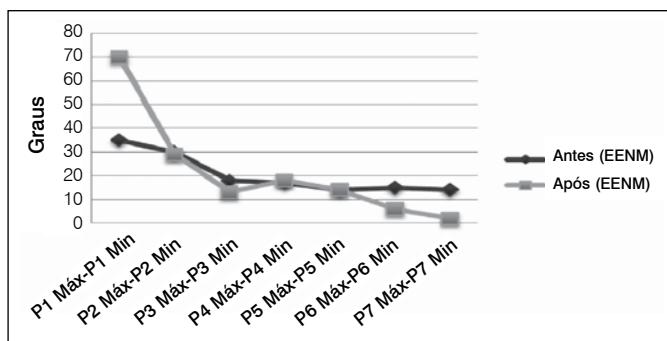


Figura 5. Variação angular entre pico Máximo e Mínimo Paciente 1.

Tabela 2. Resultados de onze pacientes de lesão medular em teste pendular antes e após a estimulação. Dados expressos em Média \pm SD.

Medida	Antes EENM	Após EENM
Plat Amp($^{\circ}$)	41.53 \pm 4,99	52.81 \pm 10.54
F1 Amp($^{\circ}$)	75.92 \pm 25,1	95.27 \pm 29.40
E1 Amp($^{\circ}$)	67.73 \pm 26.94	81.22 \pm 32.64
RI	1.79 \pm 0.56	1.86 \pm 0.46
ERI	1.59 \pm 0.62	1.62 \pm 0.55

Amplitude da curva (Plat Amp), flexão inicial amplitude (F1Amp), extensão da amplitude inicial (E1Amp) e extensão do índice de relaxamento (ERI) e índice de relaxamento (RI).

Tabela 3. Resultado de seis pacientes que realizam tratamento com medicamentos e cinco sem medicamentos antes da EENM.

Dados expressos em Média \pm SD		
Medida	C/ Medicação	S/ Medicação
Plat Amp($^{\circ}$)	43.20 \pm 3,55	39.85 \pm 6.38
F1 Amp($^{\circ}$)	81.12 \pm 22.84	71.55 \pm 30.38
E1 Amp($^{\circ}$)	72.20 \pm 23.00	63.55 \pm 33.77
RI	1.89 \pm 0.57	1.72 \pm 0.62
ERI	1.69 \pm 0.59	1.50 \pm 0.72

Amplitude da curva (Plat Amp), flexão inicial amplitude (F1Amp), extensão da amplitude inicial (E1Amp) e extensão do índice de relaxamento (ERI) e índice de relaxamento (RI).

Tabela 4. Resultado de seis pacientes que realizam tratamento com medicamentos e cinco sem medicamentos após a EENM.

Dados expressos em Média \pm SD		
Medida	C/ Medicação	S/ Medicação
Plat Amp($^{\circ}$)	45.33 \pm 12,32	48.8 \pm 11.94
F1 Amp($^{\circ}$)	103.16 \pm 28.04	84.6 \pm 31.48
E1 Amp($^{\circ}$)	89.5 \pm 33.33	73.3 \pm 32.21
RI	1.96 \pm 0.43	1.75 \pm 0.52
ERI	1.70 \pm 0.58	1.53 \pm 0.57

Amplitude da curva (Plat Amp), flexão inicial amplitude (F1Amp), extensão da amplitude inicial (E1Amp) e extensão do índice de relaxamento (ERI) e índice de relaxamento (RI).

DISCUSSÃO

A espasticidade pode ser benéfica ou ruim. É benéfica quando diminui a perda de massa muscular, melhora a circulação sanguínea e facilita os processos de transferências, dentre outros. Além disso, envolve movimentos lentos involuntários e promove contração dos músculos agonista e antagonista. É ruim tanto por

Tabela 5. Escalas antes e após EENM.

Pacientes	Nível de lesão e ÁSIA	Tempo de lesão (Anos)	Escala de Ashworth antes e após EENM
1	C6 A	3	3/1
2	C5 A	14	1/0
3	T4 A	12	+1/0
4	C4 A	5	0/0
5	C6 A	3	+1/1
6	C6 A	8	1/0
7	T3 A	8	3/0
8	T3 A	7	1/0
9	C6 B	3	3/3
10	C3-C4 A	4	+1/1
11	T5 D	23	2/2

Obs: Pacientes que utilizam medicamento: 1, 2, 4, 5, 7, 10 e sem medicamento: 3, 6, 8, 9, 11.

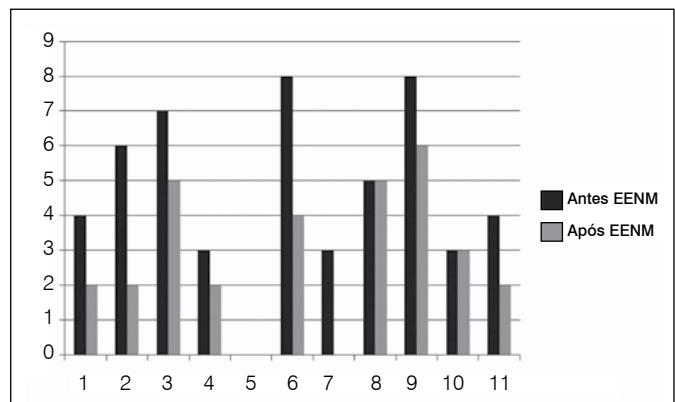


Figura 6. Escala subjetiva antes e após a espasticidade.

dificultar as atividades da vida diária, quanto por ser dolorosa, em alguns casos.¹²⁻¹⁵

Em geral, supõe-se que a espasticidade seja mais intensa quanto maior for o nível da lesão e de perda de função (ÁSIA A e B). No entanto, foi constatado que os níveis B e D apresentam espasticidade maior que em lesão completa.¹⁶ Corroborando com esses resultados, verificaram-se pela escala de Ashworth em dois pacientes (um ÁSIA B e outro ÁSIA D), que não diminuiu significativamente a espasticidade após EENM.

É constatado que a avaliação do tônus muscular para quantificar a intensidade da espasticidade é difícil se for usado apenas a interpretação subjetiva baseada em movimentos passivos. Assim, devido à escassez de métodos de avaliação da espasticidade, o teste do pendulo, já descrito anteriormente, possibilita um processo simples e de grande confiabilidade. Dessa forma, o teste pendular utilizado para avaliar o tônus muscular do quadríceps nos movimentos normais e anormais tornou-se eficaz na avaliação clínica da espasticidade.

Um dos procedimentos clínicos para reduzir a espasticidade é a estimulação elétrica neuromuscular, que tem ação local e pode ser utilizada na intensidade desejada. Isso é importante para preservar os pacientes a poderem desempenhar algumas funções indispensáveis no cotidiano. É relatado que a estimulação elétrica tem uma curta duração.¹⁷

Além disso, a estimulação elétrica em pacientes tetraplégicos também age na prevenção como na redução da ossificação heterotópica.¹⁸

Robinson *et al.*¹⁹ realizaram um estudo para avaliar os efeitos iniciais e à longo prazo da estimulação elétrica em pacientes

hemiplégicos com espasticidade. No entanto, pouco foi relatado sobre os efeitos da estimulação, à longo prazo, em pacientes lesados medulares com espasticidade.

Neste trabalho, os gráficos obtidos através do teste pendular mostra claramente que após a estimulação elétrica neuromuscular em lesados medulares ocorre uma diminuição da espasticidade. Isso decorre de duas observações importantes: a primeira é que após a EENM os gráficos resultantes do teste pendular se apresentam mais organizados e harmônicos, consiste num resultado qualitativo; o segundo é quantitativo, visto que a variação entre o pico máximo e mínimo após a estimulação elétrica aumenta, ou seja, as curvas apresentam uma maior intensidade, consequentemente aumenta o índice de relaxamento o que diminui a espasticidade.

A lesão do neurônio motor enfraquece e paralisa a contração muscular como pode observar-se claramente na Figura 3. Com a aplicação da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) observa-se, inicialmente, uma inibição e relaxamento do músculo espástico e estimulação de vias aferentes. Posteriormente, ocorrem ações na neuroplasticidade, as quais possibilitam modificar as propriedades viscoelásticas musculares. Dessa forma as unidades motoras são desenvolvidas e causam contrações rápidas e ordenadas.

A Figura 4 observa-se que a estimulação elétrica neuromuscular proporciona um movimento harmônico, periódico e de intensidade das curvas decrescendo ao longo do tempo. Essas observações sugerem que pode ocorrer certa reestruturação do ato motor provocado pela estimulação elétrica. Essa resposta corresponde a um rearranjo na seqüência de ativação entre os músculos sinergistas, agonistas e antagonistas, resultando em

um movimento coordenado, tendo como consequência a redução da espasticidade.

O tratamento farmacológico é outra forma muito utilizada para reduzir a espasticidade. Nesse processo pode-se obter uma melhora maior quando existe uma abordagem multimodal. Os medicamentos baclofen, diazepam, tizanidina são os mais utilizados. O mais eficaz e que tem efeito colateral menor é o baclofen intratecal.²⁰ Rekand,²¹ em sua pesquisa, relata que a melhor terapia para a espasticidade é a combinação de fisioterapia com medicações orais como Baclofen e Tizanidine, mas esse tipo de procedimento clínico (medicação) acarreta muitos efeitos colaterais para o paciente, e a melhor opção é o uso da toxina botulínica junto com fisioterapia.

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados das medidas do teste pendular em pacientes que usam medicação. As medidas foram feitas antes e após a EENM. Observa-se que ocorre uma redução da espasticidade quando foi utilizada a combinação: uso de medicamentos com estimulação elétrica. Isso é comprovado pelo aumento na amplitude da curva, da amplitude da flexão inicial, da amplitude da extensão inicial, do índice de relaxamento e do índice de extensão.

CONCLUSÃO

Os dados sugerem que a EENM é eficaz para reduzir a espasticidade imediatamente após a sua realização. Isso foi demonstrado através das escalas aplicadas e do teste pendular. Entretanto mais estudos são necessários para avaliar os efeitos prolongados da EENM na diminuição da espasticidade e sua relação com os medicamentos orais.

REFERÊNCIAS

1. Pereira ME, Araujo TC. Enfrentamento e reabilitação de portadores de lesão medular e seus cuidadores. Psico PUCRS, Porto Alegre. 2006;37(1):37-45.
2. Lim PA, Tow AM. Recovery and regeneration after spinal cord injury: a review and summary of recent literature. Ann Acad Med Singapore. 2007;36(1):49-57.
3. Carvalho DC, Garlipp CR, Bottini PV, Afaz SH, Moda MA, Cliquet A Jr. Effect of treadmill gait on bone markers and bone mineral density of quadriplegic subjects. Braz J Med Biol Res. 2006;39(10):1357-63.
4. Carvalho DCL, Carvalho MM, Cliquet A. Osteoporose por desuso: aplicação na reabilitação do lesado medular. Acta Ortop Bras. 2001;9(3):34-43.
5. Leitao AV, Muss CAI, Granero LHM, Rossetto R, Pavan K, Lanza S. Spasticity: Clinical Evaluation. Braz Assoc Phy Med Rehabil. 2006;87(12):1551-8.
6. Baldo MVC. *Physiology of Human Movement. Department of Physiology and Biophysics*- USP, 2009. Text Support. Disponível em: www.fisio.icb.usp.br/aulasfisio/cursos/mediatico/movimento.pdf. (Acessado em: 05 Januari 2010).
7. Bajd T, Vodovnik L. Pendulum testing of spasticity. J Biomed Eng. 1984;6(1):9-16.
8. Valle MS, Casabona A, Sgarlata R, Garozzo R, Vinci M, Cioni M. The pendulum test as a tool to evaluate passive knee stiffness and viscosity of patients with rheumatoid arthritis. BMC Musculoskelet Disord. 2006;7:89.
9. Lanza S, Quagliato E, Bang G, Botelho LA, Gianini MAC, Spósito MMM. Espasticidade: tratamento medicamentoso. São Paulo: Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina; 2006.
10. Maria RM, Cliquet Júnior A. *Development of a system for evaluation of spasticity in spinal cord*. São Carlos, SP: Universidade de São Carlos; 2009.
11. Stillman B, McMeeken J. A video-based version of the pendulum test: technique and normal response. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76(2):166-76.
12. Kirshblum S. Treatment alternatives for spinal cord injury related spasticity. J Spinal Cord Med. 1999;22(3):199-217.
13. Hsieh JT, Wolfe DL, Miller WC, Curt A. Spasticity outcome measures in spinal cord injury: psychometric properties and clinical utility. Spinal Cord. 2008;46(2):86-95.
14. Kita M, Goodkin DE. Drugs used to treat spasticity. Drugs. 2000;59(3):487-95.
15. Jozefczyk PB. The management of focal spasticity. Clin Neuropharmacol. 2002;25(3):158-73.
16. Kinh GAB. On spasticity in spinal cord injury. The challenge of measurement and the role of novel intervention (segway). Columbia: The University of British Columbia; 2009.
17. van der Salm A, Veltink PH, Ijzerman MJ, Groothuis-Oudshoorn KC, Nene AV, Hermens HJ. Comparison of electric stimulation methods for reduction of triceps surae spasticity in spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. 2006;87(2):222-8.
18. HYPERLINK "<http://lattes.cnpq.br/3342135755284345>" \t "blank" Ferreira DBJ, Lippelt HC, Cliquet Junior A, Estimulação elétrica neuromuscular na reversão da ossificação heterotópica. Acta Ortop Bras. 2006;14(2):72-4.
19. Robinson CJ, Kett NA, Bolam JM. Spasticity in spinal cord injured patients: 2. Initial measures and long-term effects of surface electrical stimulation. Arch Phys Med Rehabil. 1988;69(10):862-8.
20. Sternberg TL. *Treatment of Spasticity Associated with Spinal Cord Injury and Other Central Nervous System Damage*. Northeast Florida Med. 2009;60(3):19-22.
21. Rekand T. Clinical assessment and management of spasticity: a review. Acta Neurol Scand