

ELETROESTIMULAÇÃO DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL EM LESÃO MEDULAR CERVICAL: RELATO DE CASO

Electrostimulation of the rectus abdominis muscle in cervical spinal cord injury:
A case report

WISNIEWSKI, M. S. W.
CAMERA, F. D. M.
WISNIEWSKI, E.
ZAAR, C. L.
BIASON, D. F.

Recebimento: 18/02/2013 - Aceite: 14/05/2013

RESUMO: Comparar função pulmonar e força dos músculos respiratórios nas posições sentado e supino, pré e pósintervenção fisioterapêutica em lesão medular traumática completa, a nível cervical. Foram realizados testes de espirometria, manovacuometria e Peak-flow em ambas posições, pré e pósintervenção, realizada através de eletroestimulação neuromuscular (EENM) com corrente de média frequência sobre o músculo reto abdominal. Os resultados foram analisados através de estatística descritiva e teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Manovacuometria: $PI_{\text{máxPré}}$ ($-96_{\text{(sentado)}}$ e $-109_{\text{(supino)}}$ cmH_2O) e $PI_{\text{máxPós}}$ ($-122_{\text{(sentado)}}$ e $-133_{\text{(supino)}}$ cmH_2O) demonstraram força muscular inspiratória normal. Já, os valores de $PE_{\text{máxPré}}$ ($40_{\text{(sentado)}}$ e $45_{\text{(supino)}}$ cmH_2O) e $PE_{\text{máxPós}}$ ($45_{\text{(sentado)}}$ e $51_{\text{(supino)}}$ cmH_2O), encontraram-se significativamente abaixo do normal para a força muscular expiratória. Os resultados do Peak-FlowPré ($350\text{L}/\text{min}_{\text{(sentado)}}$ e $340\text{L}/\text{min}_{\text{(supino)}}$) e Peak-FlowPós ($400\text{L}/\text{min}_{\text{(sentado)}}$ e $440\text{L}/\text{min}_{\text{(supino)}}$) demonstraram que os valores préintervenção estavam 45,7% abaixo do previsto na posição sentada, demonstrando, porém, diferença estatisticamente significativa pósintervenção, tanto na posição sentada ($p=0,02$) como supina ($p=0,01$). Os valores espirométricos Pré (CVF: 2.94 e 3.95) e (VEF₁/CVF 95.9 e 93.7) e Pós (CVF: 3.16 e 4.02) e (VEF₁/CVF 98.1 e 91.5) confirmaram a presença de doença ventilatória restritiva. Os resultados obtidos sugerem que a melhora na função e na força muscular respiratória do voluntário deste estudo possa decorrer da intervenção através da EENM de média frequência sobre o músculo reto abdominal.

Palavras-chave: Eletroestimulação neuromuscular. Testes respiratórios. Tetraplegia.

ABSTRACT: To compare lung function and respiratory muscle strength in sitting and supine positions before and after physical therapy intervention in complete spinal cord injury, the cervical level. Methods: We performed spirometry tests, and manometric Peak flow in both positions, pre and post intervention, performed by neuromuscular electrical stimulation (NMES) with medium frequency current on the rectus abdominis. The results were analyzed using descriptive statistics and nonparametric Mann-Whitney test. Results: Manovacuometry: P_{ImáxPré} (-96 (seated) and -109 (supine) cmH₂O) and P_{ImáxPós} (-122 (seated) and -133 (supine) cmH₂O) demonstrated normal inspiratory muscle strength. P_{EmáxPré} (40 (seated) and 45 (supine) cmH₂O) and P_{EmáxPós} (45 (seated) and 51 (supine) cmH₂O) values are significantly below normal for the expiratory muscle strength. The results of Peak-FlowPré (350L/min (seated) and 340L/min (supine)) and Peak-FlowPós (400L/min (seated) and 440L/min (supine)) demonstrated that pre-treatment values were 45.7 % below forecast in the sitting position, showing however, statistically significant post-intervention in the sitting (p=0,02) and supine (p=0,01). Pre spirometric values (FVC: 2.94 and 3.95) and (FEV1/FVC 95.9 and 93.7) and Post (FVC: 3:16 and 4:02) and (FEV1/FVC 98.1 and 91.5) confirmed the presence of restrictive ventilatory disease. Conclusion: The results suggest that the improvement in function and respiratory muscle strength of the volunteer of this study may result from the intervention through the medium frequency NMES on the rectus abdominis.

Keywords: Neuromuscular electrical stimulation. Breath tests. Tetraplegia.

Introdução

Segundo a American Spinal Injury Association (ASIA), a Lesão Medular (LM) define-se pela diminuição ou ausência de função motora e/ou sensória e/ou anatômica, caracterizando-se como lesão completa ou incompleta em decorrência do comprometimento de elementos neuronais presentes no interior do canal vertebral. Pode ser classificada como paraplegia ou paraparesia, se a lesão ocorrer abaixo do nível medular T1, e tetraplegia ou tetraparesia, se for acima deste nível (MEDOLA et al., 2009).

A LM é um grande problema de saúde pública no Brasil e também no mundo, visto os danos neurológicos frequentemente associados. Acidentes automobilísticos, quedas, mergulhos e episódios de violência, principalmente ferimentos por arma de fogo, são as causas mais comuns deste tipo de lesão (SARTORI et al., 2009; MEDOLA et al., 2009).

A maior incidência se dá entre pessoas de 20 a 24 anos de idade e do sexo masculino. Estatísticas norte-americanas apresentam uma incidência que varia entre 28 e 55 casos por um milhão de pessoas, chegando a 10.000 novos casos/ano, dentre os quais 55% são do tipo paraplegia e 44% de tetraplegia (COURA et al., 2012). Segundo Medola et al., (2009)

estima-se que no Brasil ocorram cerca de 11.300 novos casos/ano, ou seja, 71 casos novos por milhão de habitantes. Esse número, em comparação à média mundial e à média de países como os EUA, é mais elevado.

Uma das principais causas de morbidade e mortalidade na fase aguda da LM são as alterações respiratórias, que se relacionam tanto a eventos traumáticos diretos sobre a caixa torácica como quanto ao comprometimento da musculatura respiratória. Esta última é mais evidente em pacientes com lesão a nível cervical, quando são acometidos os músculos diretamente responsáveis pelos processos de inspiração e expiração, como o diafragma, os intercostais internos e externos, a musculatura acessória e a musculatura abdominal, gerando déficits respiratórios significativos decorrentes da diminuição da ventilação pulmonar por limitação da motilidade torácica, o que ocasiona, dentre outros, uma higiene brônquica inadequada (CASALIS in GREVE, 2007; IRWIN e TECKLIN, 2003).

A LM cervical baixa (C5 a C7) apresenta uma alteração na função respiratória a partir do momento da lesão, que acarretará num decréscimo da função dos sistemas cardíaco e respiratório, principalmente ocasionada pela perda da ativação da maioria dos músculos esqueléticos (SHNEERSON, 1993; SLUTZSKI, 1997 in CICCARINO, 2006).

A fraqueza dos músculos expiratórios é responsável, em grande parte, pela diminuição da capacidade vital (CV), porém a redução da capacidade pulmonar total (CPT) também tem sua contribuição neste fato. A CPT é determinada pela extensão da paralisia dos músculos inspiratórios e pela complacência pulmonar e torácica. A CV habitualmente situa-se entre 50 e 70% do valor previsto em lesões completas da coluna cervical, conforme Shneerson (1993). Para Stokes (2000), esta não chega a 20% do previsto e em alguns pacientes com lesões altas é de 1 litro

ou menos, quando para indivíduos normais este valor é de aproximadamente 3 litros para mulheres e quase 5 litros para homens.

A Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) corresponde à aplicação de uma corrente elétrica terapêutica sobre o tecido muscular induzindo-o a uma contração, que visa o fortalecimento, a hipertrofia e o treinamento muscular. É uma técnica que tem sido utilizada terapeuticamente há mais de meio século. No início dos anos 60, seu uso direcionou-se, principalmente, para o controle da atrofia musculoesquelética decorrente de denervação (BRASILEIRO, 2002).

Segundo o mesmo autor, houve uma grande expansão da EENM na fisioterapia, motivada basicamente por dois fatores: a popularização dos aparelhos eletroterápicos e sua aplicação em músculos inervados.

A corrente russa consiste em uma corrente de média frequência homogeneamente alternada de 2.500 Hz, quadrática, com formas de ondas senoidais, aplicada como uma série de disparos separados. Essa corrente visa promover uma contração muscular e é utilizada clinicamente para produzir fortalecimento e hipertrofia muscular (AGNE, 2003). Embora seja uma corrente de média frequência, os nervos são estimulados, pois ela é interrompida para produzir uma estimulação de baixa frequência de 50 Hz. Devido aos pulsos curtos (de fase de 0,2 ms), ela passa com razoável facilidade através da pele e é efetiva na estimulação de nervos motores (LOW e REED, 2001).

Justifica-se, assim, este estudo, uma vez que procura identificar os benefícios que a EENM pode proporcionar à musculatura respiratória de indivíduo tetraplégico por mergulho em água rasa, visto que estudos inferem limitação da capacidade respiratória destes indivíduos em até 80% (STOKES, 2000; IRWIN; TECKLIN, 2003). Por este motivo, o presente estudo teve como objetivo

comparar a função pulmonar e a força dos músculos respiratórios nas posições sentado e supina, pré e pós-intervenção fisioterapêutica em indivíduo do sexo masculino com LM traumática.

Métodos

Relato de caso do tipo intervenção com abordagem quantitativa, cuja amostra foi composta por um indivíduo com LM traumática completa (Frankel A) a nível cervical – tetraplégico, do sexo masculino, 25 anos de idade, com peso de 66Kg e altura de 1,80m. A inclusão do paciente no estudo foi obtida mediante autorização e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. O projeto foi previamente apreciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Câmpus Erechim/RS e aprovado sob protocolo nº 087/TCH/08. Foram seguidas as normas e diretrizes que regulamentam pesquisas com seres humanos, conforme trata a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Avaliação

O processo avaliativo iniciou mediante a aplicação de uma anamnese seguida de avaliação física respiratória do voluntário, no intuito de verificar as condições de saúde e identificação de volumes e capacidades pulmonares, bem como a força muscular respiratória. Estes foram mensurados através da Manovacuometria, utilizando-se o Manovacuômetro digital MVD300, portátil, marca GlobalMed a fim de identificar as pressões: inspiratória máxima (P_{Imáx}) e expiratória máxima (PE_{máx}); seguida da Espirometria, obtida através do Espirômetro Spirolab II, visando a identificação da relação VEF₁/CVF (volume expiratório forçado no primeiro se-

gundo e a capacidade vital forçada) e CVF (capacidade vital forçada) e ainda, teste de Pico de Fluxo Expiratório (Peak flow) através do medidor portátil marca Vitalograph, modelo Asmaplan+ a fim de identificar a eficácia da função pulmonar e a quantidade de ar expirado. Esses três testes foram realizados em duas posições: sentado e supino, seguindo-se as recomendações específicas de aplicação de cada técnica (COSTA, 2004; AZEREDO, 2002; SARMENTO, 2005), além das especificações técnicas de cada fabricante. Considerou-se para a análise dos resultados os valores preconizados para a Manovacuometria (NEDER et al., 1999), sendo para P_{Imáx} = -129,3 ± 17,6 cmH₂O; PE_{máx} = 147,3 ± 11,0 cmH₂O e para o Peak Flow os valores descritos (LEINER et al., 1963) que correspondem a 644 L/min para a faixa etária do voluntário deste estudo.

A postura inicial adotada para a avaliação física foi a sentada, estando o paciente em sua cadeira de rodas, com membros superiores flexionados e apoiados sobre a borda da cadeira e com o nariz clampeado no momento dos testes. Na sequência, adotou-se a posição supino estando o paciente deitado sobre o tatame em decúbito dorsal, em posição confortável, com os membros inferiores flexionados e apoiados sobre uma cunha, tendo o nariz clampeado.

Intervenção

A intervenção fisioterapêutica contou com 10 sessões de EENM, sendo 3 sessões/semana, com duração aproximada de 30 minutos. As sessões de eletroestimulação ocorreram mediante o uso do aparelho de corrente russa, marca KLD, modelo Endophasys-R, quatro canais, com quatro eletrodos autoadesivos marca ValuTrode, modelo CF5050, 5x5cm, que forneceu uma corrente de média frequência, resultando na contração do músculo estimulado (reto abdominal). Os parâmetros utilizados para a eletroestimulação foram:

frequência de onda portadora: 2500 Hz; frequência de interrupção: 30 Hz (fibras tipo I); frequência de modulação: 20% (tonicidade); tempo de contração (ON): 5 segundos; tempo de repouso (OFF): 10 segundos; tempo de estimulação: 20 minutos.

Para a colocação dos eletrodos sob o abdômen do voluntário, inicialmente realizou-se uma tricotomia local e definição dos pontos de referência, marcados na pele com caneta dermatográfica. O ponto inicial de referência foi a cicatriz umbilical, considerando-se como pontos direcionais o processo xifóide e a sínfise púbica, delimitando-se 20cm acima e 20cm abaixo. Outro ponto de referência foi a linha Alba, considerando-se 2cm à direita e 2cm à esquerda para colocação dos eletrodos. Sendo assim, os eletrodos foram posicionados acima e abaixo da cicatriz umbilical à 5cm e à 2cm da linha Alba. A eletroestimulação foi executada na posição supina, observando-se a mesma postura adotada na avaliação, visto que nesta posição indivíduos tetraplégicos são favorecidos pela ação da gravidade, pela retração elástica da parede

abdominal combinada com o movimento para cima do conteúdo abdominal, fazendo com que ocorra uma promoção da excursão do diafragma na fase inspiratória (BOAVENTURA et al., 2004). Ao final das dez sessões, os volumes, as capacidades pulmonares e a força muscular respiratória foram novamente mensurados, conforme o protocolo previamente descrito. Desta forma, o estudo contou com uma avaliação de pré-intervenção e uma reavaliação pós-intervenção.

Resultados

O objetivo deste estudo buscou comparar a função pulmonar e a força dos músculos respiratórios nas posições sentado e supino, pré e pós-intervenção fisioterapêutica em indivíduo tetraplégico por traumatismo raqui-medular cervical. Na tabela 1 estão descritos os valores de Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx}) e Pressão Expiratória Máxima (PE_{máx}) previstos e obtidos.

Tabela 1 - Valores de Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx}) e Pressão Expiratória Máxima (PE_{máx}) nas posições sentado e supino, pré e pós intervenção fisioterapêutica, mediada por eletroestimulação neuromuscular (EENM).

		Préintervenção		Pósintervenção	
		Sentado	Supino	Sentado	Supino
PI_{máx}	-129,3 ± 17,6*	-96	-109	-122	-133
PE_{máx}	147,3 ± 11,0 ¹	40	45	45	51

*Pressão Inspiratória Máxima (cmH₂O) prevista (NEDER et al., 2004).

¹ Pressão Expiratória Máxima (cmH₂O) prevista (NEDER et al., 2004).

Os resultados de força muscular obtidos através da manovacuometria em diferentes posturas demonstrou na posição sentada valores menores que os previstos quando comparados com a posição supina. Em relação à pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) verificou-se valores inferiores ao previsto em

25,8% na posição sentada e 15,7% na posição supino, permitindo inferir que a força inspiratória encontrava-se normal, tanto na posição sentada quanto supino. Em relação à pressão expiratória máxima observou-se menor PE_{máx} na posição sentado quando comparada à posição supina, sendo esta 72,9% inferior

ao previsto na posição sentada, permitindo inferir que a força expiratória do voluntário encontrava-se com valores significativamente abaixo do normal (NEDER et al., 2004), demonstrando fraqueza muscular expiratória.

Após a intervenção mediada por EENM verificou-se que os valores obtidos tanto na PImáx quanto na PEMáx, em ambas posições foram estatisticamente significativas, sendo para a PEMáx e PImáx, na posição sentada,

$p=0,01$ e $p=0,01$, e na posição supino $p=0,03$ e $p=0,01$, respectivamente.

A tabela 2 apresenta os valores de Peak Flow obtidos pelo voluntário deste estudo, ao que se observa na posição sentada uma redução de 45,7% quando comparado com o valor de referência previsto por Leiner (1963). Comparando-se o valor alcançado na posição supina com o valor na posição sentada, percebeu-se mínima diferença entre os mesmos.

Tabela 2 - Valores de Peak Flow pré e pós-intervenção fisioterapêutica, mediada por eletroestimulação neuromuscular.

		Préintervenção		Pósintervenção	
		Sentado	Supino	Sentado	Supino
Peak Flow	644*	350	340	400	440

* Valor de Peak Flow (l/min) previsto (LEINER, 1963).

A tabela 3 demonstra a relação da função pulmonar na posição sentada pré e pós-intervenção fisioterapêutica mediada por eletroestimulação neuromuscular.

Tabela 3 - Valores Espirométricos: Capacidade Vital Forçada (CVF) e Relação Volume Forçado no Primeiro Segundo (VEF_1) sobre a CVF, pré e pós-intervenção fisioterapêutica mediada por eletroestimulação neuromuscular.

		Pré-intervenção		Pós-intervenção	
		Sentado	Supino	Sentado	Supino
CVF	5.72*	2.94	3.95	3.16	4.02
VEF_1/CVF	82.7 ¹	95.9	93.7	98.1	91.5

* Valor absoluto para CVF

¹ Valor absoluto para VEF_1 /CVF

Em relação à função pulmonar na posição sentada, verificou-se uma redução acentuada na Capacidade Vital Forçada (CVF), o que indica a presença de uma doença ventilatória restritiva, decorrente da lesão neurológica traumática sobre a região cervical. Este estudo demonstrou ainda uma redução de 48,6% da CVF na posição sentada e de 31% na posição supina, em relação aos valores previstos.

Discussão

Estudos realizados por diversos autores encontraram valores para PImáx na posição sentada inferiores aos previstos (BOAVENTURA et al., 2004; GOUNDEN, 1997; LIN et al., 1998; McMICHAEL; MICHEL; WESTBROOK, 1980; VAN DER SCHANS; PIERS; MULDER, 2000) em 50% (BOAVENTURA, et al., 2004; FUGL-MEYER;

GRIMBY, 1971) e aproximadamente 60% (GOUNDEN, 1997; LIN et al., 1998; LOVERIDGE; SANII; DUBO, 1992). Neste estudo demonstrou-se uma redução na posição sentada de apenas 25,8%, diferindo significativamente dos valores encontrados pelos autores anteriormente citados.

Em relação à posição supino, não existem dados na literatura referentes a valores preditos de força muscular respiratória, sendo considerado, portanto, para fins de análise do resultado obtido, a comparação entre as duas posições. Os valores encontrados na posição supina são inferiores aos previstos representando uma maior força inspiratória nesta posição, que é explicada por diversos autores. Em pacientes tetraplégicos, a musculatura abdominal está denervada e a posição corporal modifica a função pulmonar; porém, neste caso, a gravidade tem um efeito adverso na posição sentada. Com a flacidez dos músculos abdominais durante a inspiração, o conteúdo abdominal move-se para fora e ocorre a descida do diafragma (McMICHAN; MICHEL; WESTBROOK, 1980; BAYDUR; ADKINS; MILIC-EMILI, 2001; MORTOLA; SANT'AMBROGIO, 1978). Como na fase expiratória, nenhuma ação abdominal ocorre para retornar o diafragma a sua posição de repouso, o paciente tetraplégico tem a sua ventilação pulmonar mais comprometida na posição sentada. No entanto, quando em posição supina, a ventilação melhora porque o abaixamento do diafragma é acompanhado por compressão do conteúdo abdominal e protrusão da parede abdominal flácida. Ao final da fase inspiratória, na posição supina, a retração elástica da parede abdominal combinada com os movimentos para cima do conteúdo abdominal e a ação da gravidade sobre o mesmo movem o diafragma para cima, diminuindo o volume expiratório final e permitindo, desta forma, uma melhor excursão do diafragma na próxima inspiração (BOAVENTURA et al., 2004).

Ao avaliar-se a força dos músculos expiratórios, observou-se uma pressão expiratória menor na posição sentado, se comparada à posição supina. Diversos autores também encontraram em seus estudos uma redução muito mais acentuada na força dos músculos expiratórios (GOUNDEN, 1997; LIN et al.; 1998; McMICHAN; MICHEL; WESTBROOK, 1980; VAN DER SCHANS; PIERS; MULDER, 2000; FUGL-MEYER; GRIMBY, 1971), o que também pode ser demonstrado num estudo realizado com uma amostra de dez pacientes tetraplégicos (BOAVENTURA et al., 2004). Neste, encontrou-se uma redução de 90% da PEmáx na posição sentada. Sendo assim, os dados do presente estudo corroboram com o achado de outros autores, que descrevem uma redução entre 70 a 85% da força expiratória máxima em indivíduos tetraplégicos.

Em relação à posição supina, observou-se um pequeno aumento na força do músculo expiratório, totalizando 69,5% quando comparado com a posição sentada. Justifica-se a melhora da força nesta posição, em decorrência da alteração da mecânica respiratória que ocorre em pacientes com lesão medular cervical.

A melhora da força muscular respiratória em ambas as posições justifica-se pelo fato da EENM promover o recrutamento e o disparo dos motoneurônios de fibras musculares do tipo IIB, que são fibras de contração rápida e capazes de produzir mais força, antecedendo a contração das fibras do tipo I (EVANGELISTA et al., 2002). As fibras de contração rápida são recrutadas em atividades que requerem desenvolvimento de ações rápidas e de altas tensões, atividades essas que podem vir a promover a hipertrofia muscular (MINAMOTO, 2004). No presente estudo, acredita-se que a EENM tenha sido responsável pelo aumento do vigor da contração muscular do músculo reto abdominal, contribuindo assim para o aumento da força

muscular respiratória, nas duas posições estudadas.

Verificou-se que após a intervenção com EENM, o voluntário apresentou melhora significativa no fluxo expirado, em ambas as posições, $p=0,02$ e $p=0,01$. Esses resultados podem supor que a EENM tenha proporcionado a melhora respiratória do voluntário deste estudo, visto o aumento em litros/min do Peak Flow pós-intervenção, inferindo maior recrutamento de fibras musculares expiratórias, promovida pela contração das fibras do tipo IIB do músculo reto abdominal.

A redução na Capacidade Vital Forçada (CVF) na posição sentada pode ser explicada pela paralisia e/ou paresia da musculatura abdominal e intercostal que promovem a alteração da biomecânica da caixa torácica e a redução dos volumes pulmonares. Doenças restritivas, além de apresentarem uma redução do volume pulmonar, apresentam, ainda, uma redução da $PE_{máx}$ em decorrência da alteração do comprimento da fibra muscular. Quando comparado à posição sentada, identificou-se, também, esta restrição, porém com valores superiores de CVF.

No estudo apresentado, a redução dos valores de CVF na posição sentada e supina, em relação aos valores previstos conduzem ao entendimento de que houve, nesta última posição, uma melhora desta variável em valor absoluto. Estes resultados concordam com estudos de Boaventura et al., (2004) que encontraram uma diminuição da CVF, de 41% do previsto no que diz respeito à posição sentada, porém na posição supina, os resultados obtidos em nosso estudo diferem do autor que obteve 53% da capacidade. Justifica-se que a melhora em valor absoluto na posição supino em nosso estudo possa relacionar-se a alteração da mecânica respiratória em decorrência do nível da lesão medular estudada. Justificativa esta também referida por demais autores. Ao analisar a relação VEF_1 /CVF percebeu-se que os valores confirmam

a presença de doença ventilatória restritiva no voluntário, com valores da CVF diminuídos. Em relação à espirometria observou-se que após a intervenção, manteve-se a condição de doença ventilatória restritiva, em ambas as posições, porém após a EENM verificou-se valores de CVF mais próximos do valor previsto, tanto na posição sentada quanto na posição supino, demonstrando assim, melhor função pulmonar após a intervenção. Doenças restritivas além de apresentarem uma redução do volume pulmonar, apresentam ainda uma redução da $PE_{máx}$, em decorrência da alteração do comprimento da fibra muscular.

Conclusão

Os resultados obtidos sugerem que a EENM sobre o músculo reto abdominal possa ser uma técnica eficaz para a melhora da função respiratória em LM, visto os resultados iniciais obtidos com o voluntário deste estudo. A força dos músculos respiratórios, tanto na posição sentada como na posição supino, observadas através das pressões respiratórias máximas, apresentaram valores maiores após a intervenção mediada por EENM. Da mesma forma, em relação ao Peak Flow, o fluxo expirado em ambas as posições, apresentou valores superiores após a intervenção, ocorrendo o mesmo com a espirometria que apesar de manter a confirmação de doença respiratória restritiva demonstrou valores absolutos maiores de CVF após a intervenção.

Visto a limitação amostral e temporal deste estudo, sugere-se que novas pesquisas nesta temática sejam realizadas, procurando investigar os benefícios que a aplicação da técnica de EENM com os parâmetros aqui utilizados, possam promover sobre lesões medulares cervicais, completas ou incompletas.

AUTORES

Miriam Salete Wilk Wisniewski – Fisioterapeuta. Mestre em Fisioterapia pela UFSCar, Professora do Curso de Fisioterapia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI - Campus de Erechim. E-mail: msalete@uri.com.br; miriamww@gmail.com

Fernanda Dal'Maso Camera - Fisioterapeuta. Mestre em Ciências - Reabilitação pela UNIFESP. Professora do Curso de Fisioterapia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI - Campus de Erechim

Elvis Wisniewski - Fisioterapeuta. Mestre em Fisioterapia pela UFSCar. Professor do Curso de Fisioterapia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI - Campus de Erechim

Cleber Luis Zaar - Fisioterapeuta, Graduado em Fisioterapia pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI - Campus de Erechim.

Daiane Fátima Biason - Acadêmica do Curso de Fisioterapia pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI - Campus de Erechim.

REFERÊNCIAS

AGNE, J. E. **Eletrotermoterapia: Teoria e Prática**. Santa Maria: Orium, 2003.

AZEREDO, C.A.C. **Fisioterapia Respiratória Moderna**. 4ªed. São Paulo: Manole, 2002.

BAYDUR, A; ADKINS, R.H; MILIC-EMILI, J. Lung mechanics in individuals with spinal Cord injury: effects of injury level and posture. **Journal of Applied Physiology**. v. 90, p. 405-11, 2001.

BOAVENTURA, C.M; SILVEIRA, J.M; SANTOS, P.R; GASTALDI, A.C. Força da musculatura respiratória de pacientes tetraplégicos sentados e em supino. **Revista Fisioterapia da Universidade de São Paulo**. v. 11, n.2, p. 70-76, jun./dez. 2004.

BRASILEIRO, J. S.; CASTRO, C. E. S.; PARIZOTTO, N. A. Parâmetros manipuláveis clinicamente na estimulação elétrica neuromuscular (NMES). **Revista fisioterapia Brasil**, v. 3, n. 1, jan./fev. 2002.

CICCARINO, R.F.L. **Eletroestimulação funcional dos músculos abdominais em pacientes vítimas de trauma raquimedular com lesão Medular cervical baixa (c5-c7)**. Dissertação de Mestrado (Tecnologia em Saúde) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.

COSTA, D. **Fisioterapia respiratória básica**. São Paulo: Atheneu, 2004.

COURA, A.S; FRANÇA, I.S.X; ENDERS, B.C; BARBOSA, M.L; SOUZA, J.R.S. Incapacidade funcional e associações com aspectos sociodemográficos em adultos com lesão medular. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v.20, n.1, jan./fev. 2012.

EVANGELISTA, A.R .et al. Estudo comparativo do uso da eletroestimulação com corrente russa associada com atividade física, visando a melhora na performance muscular. **Revista Brasileira de Fisioterapia Dermato-funcional**. v.1, p. 11-16, 2002.

FUGL-MEYER, A.R; GRIMBY, G. Ventilatory function in tetraplegic patients. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**. vol 3, p. 151-60, 1971.

- GOUNDEN, P. Static respiratory pressures in patients with post-traumatic tetraplegia. **Spinal Cord**. v. 35, p. 43-7, 1997.
- GREVE, J.M.D'A. **Tratado de Medicina de Reabilitação**. São Paulo: Roca, 2007.
- IRWIN, S; TECKLIN, J.S. **Fisioterapia cardiopulmonar**. 2ªed. São Paulo: Manole, 2003.
- JÚNIOR, M.F.S; BASTOS, B.P.R; JALLAGEAS, D.N; MEDEIROS, A.A.A. Perfil epidemiológico de 80 pacientes com traumatismo raquimedular, internados no hospital do pronto-socorro municipal de Belém, PA, no período de Janeiro a setembro de 2002. **Jornal Brasileiro de Neurocirurgia**. v.13, n. 3, p.92-98, 2002.
- LEINER G.C; ABRAMOWITZ, S; SMALL, M.J; STENBY, V.B; LEWIS, W.A. Expiratory peak flow rate. Standard values for normal subjects. Use as a clinical test of ventilatory function. **American Review of Respiratory Disease**; v.88; p. 644-51, 1963.
- LIN, K.H; WU, H.T; CHANG, C.W; WANG, T.G; WANG, Y.H. Ventilatory and mouth occlusion pressure response to hypercapnia in chronic tetraplegia. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**, v. 79, p. 795-9, 1998.
- LOVERIDGE, B; SANII, R; DUBO, H.L. Breathing pattern adjustments during the first year following cervical spinal cord injury. **Paraplegia**. v. 30, p. 479-88, 1992.
- LOW, J; REED, ANN. **Eletroterapia explicada: princípios, prática**, São Paulo: Manole, 2001.
- McMICHAH, J.C; MICHEL, L; WESTBROOK, P.R . Pulmonary dysfunction following traumatic quadriplegia: recognition, prevention and treatment. **Jornal of the American Medical Association**, v. 243, p. 528-31, 1980.
- MEDOLA, F.O; CASTELLO, G.L.M; FREITAS, L.N.F; BUSTO, R.M. Avaliação do alcance funcional de indivíduos com lesão medular espinal usuários de cadeira de rodas. **Revista Movimenta**. v.2, n.1, 2009.
- MINAMOTO, V.B. Classificação e adaptação das fibras musculares: uma revisão. **Fisioterapia e pesquisa**. v. 12, p. 50-55, 2004.
- MORTOLA, J.P; SANT'AMBROGIO, G. Motion of the rib Cage and abdomen in tetraplegic patients. **Clinical Science Molecular Medicine**. v. 54, p. 25-32, 1978.
- NEDER, J.A; ANDREONI, S; LERARIO, M. C; NERY, L.E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brasilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n.6, p. 719-727, 1999.
- SARMENTO, G.J.V. **Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas**. 1ªed. Barueri: Manole, 2005.
- SARTORI, J; NEUWALD, M.F; BASTOS, V.H; SILVA, J.G; MELLO, M.P; FREITAS, M; NASCIMENTO, O; REIS, C.H; EIGENHEER, J.F; PORTO, F; ORSINI, M. Reabilitação física na lesão traumática da medula espinal: relato de caso. **Revista Neurociências**, v.17, n.4, p. 364-370, 2009.
- STOKES, M. **Neurologia para fisioterapeutas**. Premiere: São Paulo, 2000.
- UMPHRED, D. A. **Reabilitação neurológica**. Barueri: Manole, 2004.
- VAN DER SCHANS, C.P; PIERS, D.A; MULDER, G.A. Efficacy of coughing in tetraplegic patients. **Spine**, v.25, p. 2200-3, 2000.