

A UTILIZAÇÃO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NO PACIENTE CRÍTICO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

The use of electrical stimulation neuromuscular in critical patient: a literature review

Juliana de paiva bolzan¹, Vívian da pieve antunes²

RESUMO

Introdução: Devido à crescente e constante evolução tecnológica e científica da medicina intensiva, a sobrevivência dos pacientes críticos vem aumentando consideravelmente. Dentre as complicações decorrentes da permanência prolongada, a fraqueza muscular adquirida é uma complicação neuromuscular que acomete entre 30% a 60% dos pacientes internados nestas unidades. Entre as técnicas utilizadas pelos fisioterapeutas, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) tem sido utilizada, a fim de manter ou evitar a atrofia muscular. **Objetivo:** revelar as evidências científicas sobre a utilização da EENM em pacientes críticos internados nas unidades de terapia intensiva (UTIs). **Método:** trata-se de um estudo de revisão bibliográfica, com ensaios clínicos randomizados, publicados na língua portuguesa, inglesa ou espanhola. Os critérios de inclusão foram: pacientes de ambos os gêneros, com idade superior a 18 anos, internados em UTIs, sob o uso de ventilação mecânica invasiva (VMI) que utilizaram a EENM. **Resultados:** Foram encontrados 5 artigos de ensaio clínico randomizado. A presente revisão bibliográfica observou que os pacientes críticos assistidos em UTIs, obtiveram uma resposta benéfica ao tratamento fisioterapêutico, mediante aplicação de modalidades de EENM. Pôde-se constatar também que, dentre os estudos que utilizaram a EENM, obtiveram resultados satisfatórios aqueles realizados tardiamente, com pacientes mais crônicos e debilitados, visando ao aumento da massa muscular. **Conclusão:** a aplicação da EENM nos membros inferiores pode atuar na recuperação de músculos enfraquecidos ou retardar o processo de perda de massa muscular, no entanto, os parâmetros publicados encontrados não foram suficientes para sistematizar a técnica.

Palavras-chave: “Mobilização Precoce”¹, “Fisioterapia”², “Estimulação Elétrica”³, “Doença Terminal”⁴.

ABSTRACT

Introduction: Due to the increasing and constant technological and scientific developments in intensive care, the survival of critically ill patients has increased considerably. Among the complications of prolonged stay, gained muscle weakness is a neuromuscular disorder that affects between 30 % to 60 % of hospitalized patients in these units. Among the techniques used by physical therapists, neuromuscular electrical stimulation (NMES) has been used in order to maintain or prevent atrophy muscular. **Goal:** reveal the scientific evidence on the use of NMES in hospitalized critically ill patients in intensive care units (ICUs). **Method:** This is a study of the literature review where randomized clinical trials published in Portuguese, English or Spanish. Inclusion criteria were patients of both genders, aged 18 years, ICU, under invasive mechanical ventilation (IMV) that used EENM. **Result:** 5 items found randomized clinical trial. This literature review noted that critical patients treated in ICUs, obtained a beneficial response to physical therapy, by applying methods of NMES. It might also be noted that among the studies using NMES, with satisfactory results, those performed later, with more chronic and debilitated patients, aiming to increase mass muscular. **Conclusion:** the application of NMES in the lower limbs can act on recovery weakened muscles or slow the process of muscle loss, however, the published parameters found were not sufficient to systematize the technique.

Keywords: “Early Mobilization”¹, “Physiotherapy”², “Electrical Stimulation”³, “Terminal Illness”⁴.

1. Fisioterapeuta formada pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA/ Santa Maria/ Rio Grande do Sul/ Brasil), Pós-graduada em Fisioterapia em Terapia Intensiva (Faculdade Inspirar/Balneário Camboriú/SC);

2. Especialista em Fisioterapia Neurofuncional pelo Instituto Porto Alegre da Igreja Metodista - Faculdade de Ciências da Saúde - IPAIM/(2001); Especialista em Fisioterapia em Terapia Intensiva Pediátrica e Neonatal – Assobrafir/(2012). Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana na UFSM. Professora no Centro Universitário Franciscano.

AUTOR CORRESPONDENTE:

Juliana de Paiva Bolzan; bolzan.fisio@gmail.com
Vívian da Pieve Antunes; vdfisio@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Devido à crescente e constante evolução tecnológica e científica da medicina intensiva, a sobrevida dos pacientes críticos vem aumentando consideravelmente. Entretanto, em conjunto com a sobrevida dos pacientes surge o aumento da incidência de complicações decorrentes da permanência prolongada nas Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), com declínio funcional e conseqüentemente impacto na qualidade de vida.^(6,7,12)

Dentre as complicações decorrentes da permanência prolongada, do uso de sedativos e bloqueadores neuromusculares nas UTIs, a fraqueza muscular adquirida é uma complicação neuromuscular que acomete entre 30% a 60% dos pacientes internados nestas unidades.^(14,18) A imobilização, mesmo de curta duração, é um estado catabólico para o músculo, levando a uma diminuição da síntese de proteína muscular, aumento da urina, excreção de nitrogênio (catabolismo muscular) e diminuição da massa muscular, principalmente de membros inferiores, em indivíduos saudáveis e criticamente doentes.^(1,15,5,3)

Estas condições podem contribuir para o prolongamento do tempo de hospitalização, declínio no estado funcional e na qualidade de vida que podem persistir mesmo após um ano da alta hospitalar, além de colaborarem para o aumento dos índices de mortalidade e elevação dos custos nas UTIs.⁽¹⁹⁾

Desta forma, o fisioterapeuta que atua em conjunto com a equipe nestas unidades, tem papel importante na prevenção de atrofia osteo-mio-articulares, objetivando manter ou restaurar a capacidade muscular do paciente.⁽¹⁰⁾ Atuante não somente para a melhora da função pulmonar, mas também para terapia de alívio da dor, atua diretamente na prevenção e reabilitação de complicações inerentes ao repouso prolongado, dando oportunidade para independência funcional do paciente sempre que possível.⁽¹³⁾

Entre as técnicas utilizadas para manter ou evitar a atrofia muscular, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) tem sido utilizada como alternativa ao exercício ativo e mobilização em pacientes acamados, onde tem mostrado efeitos benéficos em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), em insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e em pacientes internados no hospital.^(14,21,4) Na maioria dos casos, esses pacientes não podem se exercitar ativamente devido a insuficiência respiratória, cardíaca e a sua condição crítica nas UTIs, além da sedação e lesões neurológicas. Por este motivo, se beneficiam da EENM em termos de capacidade de exercício, no desempenho dos músculos esqueléticos, qualidade de vida, redução da perda muscular, prevenção da incidência de polineuropatia do paciente crítico, na redução do tempo de desmame e diminuição do tempo de internamento nas UTIs.^(16,17,2)

Diante da crescente utilização da eletroestimulação em pacientes críticos, surge a necessidade de fundamentar a sua utilização, realizando uma revisão bibliográfica. Diante do exposto, este estudo propõe-se a revelar as evidências científicas sobre os efeitos da utilização da EENM em pacientes críticos internados nas UTIs.

MÉTODOLOGIA

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica através de artigos científicos. A busca dos artigos envolvendo o desfecho clínico pretendido foi realizada nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

(LILACS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine/PubMed), Biblioteca Cochrane e Critical Care.

Na busca inicial foram considerados os títulos e os resumos dos artigos para a seleção ampla de prováveis trabalhos de interesse, sendo destacados os resumos (dos artigos que não tinham texto acessível) e os textos completos dos artigos.

Os descritores utilizados foram selecionados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): Mobilização Precoce, Fisioterapia, Estimulação Elétrica, Doença Terminal, Early Mobilization, Physiotherapy, Electrical Stimulation, Terminal Illness, Movilización Temprana, Estimulación Eléctrica e Enfermedad Terminal.

Após a leitura e tradução de cada artigo, deu-se início à fase de análise dos mesmos, buscando os seguintes aspectos: ano de publicação, país de realização do estudo, tipo de estudo, tamanho da amostra, número e tipo de instrumentos utilizados e periódico de publicação.

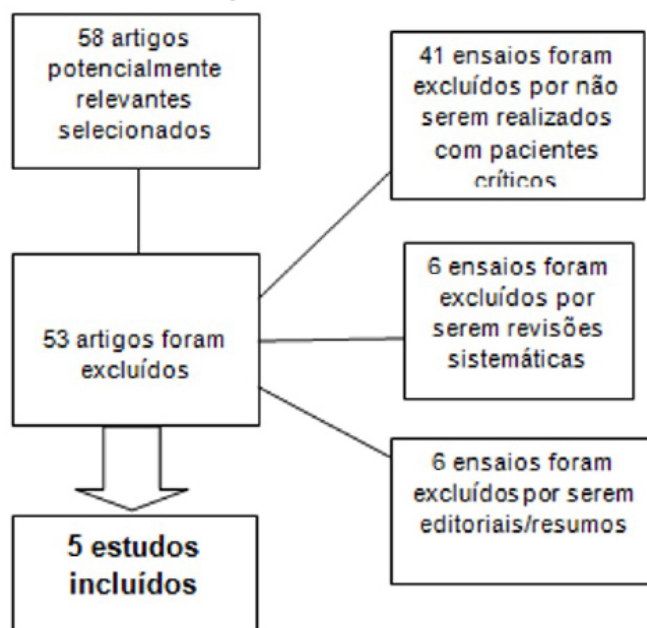
A busca de referências se limitou a artigos escritos em português, inglês e espanhol, e publicados nos últimos 11 anos (2003 a 2014). Foram incluídos ao final da pesquisa apenas os estudos clínicos randomizados em pacientes críticos, de ambos os gêneros, com idade superior a 18 anos, internados em Unidades de Terapia Intensiva, sob o uso de ventilação mecânica invasiva (VMI) que utilizaram a estimulação elétrica neuromuscular.

Cartas, resumos, dissertações, teses e relatos de caso foram excluídos, bem como estudos que utilizaram modelos animais.

RESULTADOS

Após análise realizada, 53 artigos foram excluídos por apresentarem duplicidade em bases de dados e não possuírem o delineamento metodológico a ser incluído. Dentre os artigos pesquisados, 5 foram selecionados como critério de inclusão, conforme o fluxograma da figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da estratégia de busca dos artigos.



O tamanho da amostra variou de N=8 a N=52 sujeitos e todos os estudos citaram a utilização da estimulação elétrica neuromuscular em membros inferiores, em pacientes críticos sob ventilação mecânica invasiva, internados em Unidades de Terapia Intensiva (Quadro 1).

Quadro 1 - Características dos ensaios clínicos randomizados selecionados, publicados entre 2003 e 2014, abordando a estimulação elétrica neuromuscular no paciente crítico.

AUTOR	AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	INTERVENÇÃO	TEMPO DE INTERVENÇÃO	PRINCIPAIS VARIÁVEIS AVALIADAS	DESFECHOS SIGNIFICATIVOS
	GE	GC					
Zanotti et al.	12	12	DPOC crônico, sob VMI, acamados mais de 30 dias, com atrofia periférica grave.	GE: exercícios ativos (máximo 30 minutos) e eletroestimulação em MMII (30 minutos); GC: apenas exercícios ativos.	5 vezes na semana durante 4 semanas.	FM periférica e dias necessários para transferência da cama para cadeira.	Aumento da FM em ambos os grupos, no entanto essa foi maior no GE; o GE conseguiu transferir-se da cama para a cadeira em menos dias.
Gerovasilii et al.	13	13	Pacientes em UTI, sob VMI, com APACHE II (na admissão) \geq 13.	GE: sessões diárias de eletroestimulação em MMII (55 minutos); GC: não especificado.	Eletroestimulação diária do 2º ao 9º dia de internação.	Diâmetro muscular por meio de ultrassonografia.	Diminuição do diâmetro muscular do quadríceps femoral em ambos os grupos, no entanto o decréscimo foi menor no GE.
Gruther et al.	16	17	Pacientes em UTI, estratificados em 2 grupos: precoce e tardio.	GE: eletroestimulação precoce (30-60 minutos) (internação <1 semana) e tardia (internação >2 semanas) em quadríceps; GC: placebo.	Sessão diária, 5 vezes por semana durante 4 semanas.	Diâmetro muscular do quadríceps femoral por meio de ultrassonografia.	A espessura da camada muscular diminuiu em ambos os grupos de eletroestimulação precoce. Já o grupo que realizou eletroestimulação tardia mostrou aumento da massa muscular.
Poulsen et al.	8		Pacientes admitidos em UTI com choque séptico, sob VMI.	Eletroestimulação unilateral (60 minutos) com a coxa contralateral servindo de controle pareado + fisioterapia de rotina.	7 dias consecutivos.	Avaliação da massa muscular por meio de tomografia computadorizada de coxa.	Não houveram diferenças entre os valores basais e pós-eletroestimulação, no volume da massa muscular, entre o lados estimulado e não estimulado.
Routsi et al.	24	28	CIPNM, com escore APACHE II \geq ou = 13.	GE: Eletroestimulação (55 minutos) bilateral em vasto medialis e os músculos fibular longo. GC: não recebeu eletroestimulação.	Sessões diárias, até a alta da UTI.	Diagnóstico de CIPNM avaliada através do MRC e duração do desmame da ventilação mecânica e o tempo de internação.	EENM pode prevenir o desenvolvimento de CIPNM em pacientes criticamente doentes e também resultar em menor tempo de desmame.

DPOC - doença pulmonar obstrutiva crônica; VMI - ventilação mecânica invasiva; GE - grupo estudo; MMII – membros inferiores; GC - grupo controle; FM - força muscular; UTI - unidade de terapia intensiva; APACHE II - Acute Physiology and Chronic Health Evaluation; MMSS - membros superiores; SF-36 - Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey; TC6 - teste de caminhada de 6 minutos; MIF - medida de independência funcional; TO - terapia ocupacional; AVD - atividades de vida diária; MRC - Medical Research Council; CIPNM – Polineuropatia na doença crítica; EENM – estimulação elétrica neuromuscular.

Os estudos apresentaram divergências quanto à modulação do aparelho e tempo de aplicação da técnica, sendo que um foi realizado tardiamente⁽²¹⁾, três precocemente^(16,17,8) e um associando a eletro estimulação precoce e tardia.⁽⁹⁾(Tabela 1).

Tabela 1 - Características da estimulação elétrica neuromuscular nos ensaios clínicos analisados

Modulação da eletroestimulação	Zanotti et al	Gerovasili et al	Gruther et al	Poulsen et al	Routsi et al.
Frequência (Hz)	35	45	50	35	45
Largura de Pulso (MS)	0,35	0,40	0,35	0,30	0,40
Intensidade	Não especificado	Contração visível	Contração visível	Contração visível	Contração visível
Duração da sessão (minutos)	30	55	30 a 60	60	55
Grupo muscular estimulado	Quadríceps e glúteos	Quadríceps e fibular longo	Quadríceps	Quadríceps	Vasto lateral, vasto medial e os músculos fibular longo

Em relação ao efeito do tratamento com a estimulação elétrica neuromuscular, quatro estudos obtiveram resultados positivos na questão da força muscular e diâmetro muscular.^(21,17,8,9) Além disto, observou-se menos dias para a transferência da cama para a cadeira⁽²¹⁾ e um menor tempo de desmame⁽¹⁷⁾, em estudos que utilizaram a EENM.

DISCUSSÃO

A presente revisão bibliográfica observou que os pacientes críticos assistidos em UTIs, obtiveram uma resposta benéfica ao tratamento fisioterapêutico, mediante aplicação de modalidades de estimulação elétrica neuromuscular (EENM), evidenciada por indícios metodológicos e estatísticos comprobatórios, provenientes dos ensaios clínicos publicados. Pôde-se constatar também que, dentre os estudos que utilizaram a EENM, obtiveram resultados satisfatórios aqueles realizados tardiamente, com pacientes mais crônicos e debilitados, visando ao aumento da massa muscular.⁽²¹⁻⁹⁾

Zanotti et al. demonstraram em seu estudo que os pacientes com DPOC, acamados e sob o uso de ventilação mecânica prolongada, que receberam fisioterapia associada à eletroestimulação

obtiveram um aumento da força muscular (3.83 ± 0.57 versus 3.08 ± 0.51) e foram transferidos da cama para a cadeira em menos dias (10.75 ± 2.41 dias versus 14.33 ± 2.53 dias) em relação aos que só receberam fisioterapia.⁽²¹⁾

O ensaio clínico duplo-cego realizado por Gruther et al.⁽⁹⁾ avaliou o efeito da eletroestimulação em dois grupos de pacientes: 1) precoce, visando à prevenção de perda de massa muscular; 2) tardia, objetivando a reversão da hipotrofia muscular de pacientes de longa permanência em UTI. Ambos os grupos foram divididos em subgrupos de intervenção e controle. Foi evidenciada diminuição significativa (-3,2%) da espessura da camada muscular do grupo que recebeu a intervenção precocemente (em ambos os subgrupos), demonstrando que a eletroestimulação não preveniu a perda de massa muscular. Já no grupo que recebeu eletroestimulação tardia, o subgrupo intervenção apresentou um aumento significativo (4,9 %) da massa muscular quando comparado aos sujeitos controles.

A imobilização, mesmo quando em curto período de tempo, promove um estado catabólico para o músculo, resultando em significativa perda de massa muscular e diminuição da força, que ocorrem mais acentuadamente durante as 3 primeiras se-

manas de internação/imobilização.⁽¹⁻⁹⁾ Talvez isso possa explicar o estudo de Poulsen et al.,⁽¹⁶⁾ onde a perda de massa muscular não foi afetada pela eletroestimulação, sendo ela utilizada de forma precoce no quadríceps de um membro inferior durante 7 dias consecutivos.

No entanto, no estudo de Gerovasili et al.,⁽⁸⁾ o decréscimo foi significativamente menor no grupo submetido à intervenção, porém, o valor basal da espessura muscular foi maior no grupo controle quando comparado ao grupo intervenção, o que reduz a comparabilidade direta entre os grupos e pode explicar porque o grau de perda de massa muscular em valores absolutos foi significativamente maior no grupo controle. Já no estudo de Routsis et al.,⁽¹⁷⁾ a EENM foi utilizada em ambos os membros inferiores a partir do segundo dia após a admissão até a alta da UTI, o grupo controle não utilizou a EENM. Como resultado o grupo estudo obteve um menor tempo de desmame e uma prevenção de polineuropatia na doença crítica (CIPNM).

Os mecanismos fisiopatológicos envolvidos nesta descoberta pode ser de que este recurso terapêutico, como uma forma alternativa de exercício, atua como um estímulo anabólico para o músculo reverter os efeitos catabólicos de doença crítica e imobilização. Além disso, é possível que o comando central e ativação do metabolismo -reflex e / ou ergo -reflex durante EENM pode aumentar descarga simpática e contribuir para mudanças na frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, o volume sanguíneo e do débito cardíaco, e, portanto, afetar o músculo esquelético metabolismo de uma forma sistêmica.⁽¹¹⁻²⁰⁾

A correlação entre a intensidade da eletroestimulação e a gravidade da doença mostra que a excitabilidade do tecido muscular pode ter sido afetada pela gravidade da doença, pois doenças mais graves podem induzir disfunções da membrana muscular comprometendo sua excitabilidade e aumentar o catabolismo, acentuando a perda de massa muscular e afetando potencialmente o estímulo anabólico da eletroestimulação.⁽¹⁶⁾

Deve-se considerar que a diversidade entre os protocolos de eletroestimulação encontrados e os métodos de avaliação limita a comparação direta entre os estudos. Não há consenso quanto à modulação ótima, de forma a promover contrações fortes com um mínimo de fadiga muscular.⁽¹⁶⁾

Este estudo teve como limitações o reduzido número de ensaios clínicos randomizados com avaliação metodológica adequada que abordaram o tema. A variação dos parâmetros utilizados para a EENM e os diferentes tempos de aplicação e utilização das intervenções, bem como a heterogeneidade dos desfechos avaliados comprometem as comparações dos efeitos encontrados entre os autores.

CONCLUSÃO

As publicações encontradas na literatura evidenciaram que a aplicação da EENM nos membros inferiores pode atuar na recuperação de músculos enfraquecidos ou retardar o processo de perda de massa muscular. Além de, reduzir indiretamente o tempo de internação na UTI, o tempo de VM e prevenir a polineuropatia em pacientes críticos que não estão aptos a realizar exercícios ativamente. Entretanto, o perfil dos indivíduos, os parâmetros avaliados, o tempo de aplicação e o período que foi aplicada a EENM foram divergentes.

As limitações do estudo apontam para a necessidade da realização de pesquisas sobre a eletroestimulação em pacientes críticos nas UTIs, a fim de sistematizar os parâmetros, o tempo

e o período para a aplicação da técnica. Outras pesquisas com maior rigor metodológico são necessárias para que seja possível esclarecer sobre as alterações morfológicas geradas nos músculos após a EENM, para mensurar a eficiência da técnica nos diversos perfis clínicos dos pacientes críticos.

REFERÊNCIAS

1. BERG, H.E.; EIKEN, O.; MIKLAVCIC, L.; MEKJAVIC, I.B. Hip, thigh and calf muscle atrophy and bone loss after 5-week bedrest inactivity. *European Journal of Applied Physiology*, v.99, p.283-289, 2007.
2. BOULETREAU, P.; PATRICOT, M.C.; SAUDIN, F.; GUIRAUD, M.; MATHIAN, B. Effects of intermittent electrical stimulations on muscle catabolism in intensive care patients. *J. Parenter. Enteral. Nutr.* Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3501482>>. Acesso em: 06 de maio de 2014.
3. BURTIN C, et al. Early exercise in critically ill patients enhance short-term functional recovery. *Critical Care Research and Practice*, v. 37, p. 2499– 2505, 2009.
4. DELEY, G.; KERVIO, G.; VERGES, B.; HANNEGUIN, A.; OETUTDABT, M.F.; et al. Comparison of low-frequency electrical myostimulation and conventional aerobic exercise training in patients with chronic heart failure. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.*, v.12, n.3, p. 226-33, 2005.
5. EIKERMANN, M.; KOCH, G.; GERWIG, M.; OCHTERBECK, C.; BEIDERLINDEN, M.; KOEPPEN, S.; NEUHÄUSER, M.; PETERS, J. Muscle force and fatigue in patients with sepsis and multiorgan failure. *Intensive Care Med*, v. 32, p. 251-259, 2006.
6. FRANÇA, E.E.T.; FERRARI, F.R.; FERNANDES, P.V.; CAVALCANTI, R.;DUARTE, A.C.M.; AQUIM, E.E; et al. Força tarefa sobre a fisioterapia em pacientes críticos adultos: diretrizes da Associação Brasileira de Fisioterapia Respiratória e Terapia Intensiva (ASSOBRAFIR) e Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB). Disponível em: <<http://www.amib.org.br/pdf/DEFIT.pdf>>. Acesso em: 01 de maio de 2014.
7. FRANÇA, E.E.T.; FERRARI, F.R.; FERNANDES, P.V.; CAVALCANTI, R.;DUARTE, A.C.M.; et al. Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v24n1/03.pdf>>. Acesso em: 01 de maio de 2014.
8. GEROVASILI, V.; STEFANIDIS, K.; VITZILAIOS, K.; et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Critical Care Medicine*, v. 13, r.161, 2009.
9. GRUTHER, W.; KAINBERGER, F.; FIALKA-MOSER, V. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *J Rehabil Med*, 42(6):593-7, Jun. 2010.
10. GOSSELINK, R. Physical Therapy in adults with respiratory disorders: Where are we? *RBTI, São Paulo*, v. 10, n. 04, 2006
11. HAMAOKA, T.; MCCULLY, K.K.; QUARESIMA, V.; YAMAMOTO, K.; CHANCE, B. Near-infrared spectroscopy/imaging for monitoring muscle oxygenation and oxidative metabolism in healthy and diseased humans. *J Biomed Opt*, v.12, n. 06, 2007.

12. KARATZANOS, E.; GEROVASIL, V.; ZERVAKIS, D.; ELI-SOPHIA, T.; et al. Electrical Muscle Stimulation: An Effective Form of Exercise and Early Mobilization to Preserve Muscle Strength in Critically Ill Patients. *Critical Care Research and Practice*. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/ccrp/2012/432752/>>. Acesso em: 02 de maio de 2014.
13. LOPES, F. M.; BRITO, E. S. Humanização da assistência de fisioterapia: estudo com pacientes no período pós-internação em unidade de terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, São Paulo, v.21, n.3, 2009.
14. MARAMATTOM, B.V.; WIJDICKS, E.F.; Acute neuromuscular weakness in the intensive care unit. *Critical Care Medicine*. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16932235>>. Acesso em: 02 de maio de 2014.
15. MONK, D.; PLANK, L.; FRANCH-ARCAS, G.; FINN, P.; STREAT, S.; HILL, G. Sequential changes in the metabolic response in critically injured patients during the first 25 days after blunt trauma. *Annals of Surgery*, p. 395-405, 1996.
16. POULSEN, J.B.; MOLLER, K.; JENSEN, C.V.; KEHLET, H.; PERNER, A. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. *Critical Care Medicine*. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21150583>>. Acesso em: 05 de maio de 2014.
17. ROUTSI, C.; GEROVASIL, V.; VASILEIADIS, I.; KARATZANOS, E.; PITSOLIS, T.; TRIPODAKI, E.; et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Critical Care*, v.14, n. 2, 2010.
18. SCHWEICKERT, W.J; HALL, J. ICU-acquired weakness. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17494803>>. Acesso em: 05 de maio de 2014.
19. SILVIA, A.P.P.; MAYNARD, K.; CRUZ, M.R.; et al. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, v. 22, n. 1, p. 85-91, 2010.
20. TSUCHIMOCCHI, H.; HAYES, S.G.; MCCORD, J.L.; KAUFMAN, M.P. Both central command and exercise pressor reflex activate cardiac sympathetic nerve activity in decerebrate cats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, p.1157-1163, 2009.
21. ZANOTTI, E.; FELICETTI, G.; MAINI, M.; FRACCHIA, C. Peripheral muscle strength training in bed bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. *Chest*. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12853536>>. Acesso em: 05 de maio de 2014.