



## Técnicas de Fortalecimento e Eletroestimulação da musculatura respiratória, no desmame de pacientes em Ventilação Mecânica Invasiva: Revisão de Literaturas Sistemática.

Emanuele Kamile da Silva<sup>1</sup>, Faruk Abrão Kalil Filho<sup>1</sup>.

1. *Discente Centro Universitário Campos de Andrade, Curitiba, Brasil*

2. *Docente Centro Universitário Campos de Andrade, Curitiba, Brasil*

E-mail: [emanuele.kamile@gmail.com](mailto:emanuele.kamile@gmail.com)

**Resumo:** As técnicas de fortalecimento e eletroestimulação da musculatura respiratória promovem o aumento do volume pulmonar (VP), complacência e melhoram significativamente a perfusão ventilatória. A ventilação mecânica (VM) é utilizada em pacientes de unidade de terapia intensiva (UTI), para auxiliar no trabalho respiratório, proporcionar uma adequada ventilação alveolar, oxigenação arterial e na perspectiva de vida do paciente. O desmame é um processo de retirada da ventilação artificial para a espontânea, nos pacientes em ventilação mecânica (VM), após a permanência de 24 horas. **Objetivo:** Analisar a eficácia das técnicas de fortalecimento e eletroestimulação da musculatura respiratória, em pacientes submetidos à ventilação mecânica (VM) levando ao desmame. **Métodos:** Trata-se de um trabalho de revisão, que foi desenvolvido através de análises de literaturas, entre 2008 e 2015. Foi realizado um levantamento de evidências que apresenta técnicas que obtiveram eficácia em sua aplicação e devendo conter itens, diretamente relacionados às técnicas de fortalecimento e eletroestimulação da musculatura respiratória. Foram incluídas literaturas selecionadas nas bases de dados: Scielo, MedLine, Pubmed e Lilacs. **Resultados:** Foram encontrados 14 artigos que demonstram benefícios nos treinos no processo de desmame em pacientes submetidos à ventilação mecânica. **Conclusão:** O treinamento muscular com as técnicas e a eletroestimulação, obtiveram resultados significativos na melhora da força muscular e com relação ao desmame.

**Palavras-chave:** Fisioterapia respiratória, Técnicas de fortalecimento, Eletroestimulação, Desmame.

**Abstract:** The strengthening techniques and respiratory muscles electrostimulation promote the pulmonary increased volume (VP), complacency and significantly improve the ventilatory perfusion. The Mechanical Ventilation is used on the Intensive Care Unit (ICU) patients, in order to help with breathing, providing a proper alveolar ventilation, arterial oxygenation and in the perspective of the patient's life. Weaning is a process of artificial ventilation disconnection to the spontaneous breathing in patient under mechanical ventilation (MV) after a 24 – hours stay. **Objective:** Analyzing the efficacy of strengthening techniques and the respiratory muscles electrostimulation in mechanical ventilation patients to a mechanical ventilation leading them to the weaning. **Methods:** It is a review work which was developed through literature review from 2008 to 2015. The evidences survey was performed that presents techniques which have been effective in its application and it should contain items, related directly to the strengthening techniques and respiratory muscles electrostimulation. Selected literatures were included in the databases: Scielo, Medlins, Pubmed and Lilacs. **Results:** It was found 14 articles that demonstrate benefits in training in the weaning process in mechanic ventilation patients. **Conclusion:** The muscular training with techniques and electrostimulation has achieved significant results in the improvement of muscle strength and in relation to the weaning.

**Keywords:**

Respiratory Physiotherapy, strengthening techniques, Eletrostimulation, weaning.



## 1. INTRODUÇÃO

Ventilação mecânica é definida como um suporte ou prótese ventilatória o qual tem o objetivo de substituir a respiração espontânea proporcionando uma melhor função respiratória, repouso muscular, aumento da ventilação alveolar, eficácia da troca gasosa de acordo com as necessidades do paciente.<sup>1</sup> Segundo o III consenso Brasileiro de ventilação mecânica, o suporte ventilatório, é um método de suporte para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória, que consiste em aguda ou crônica agudizada.<sup>2</sup>

A força dos músculos respiratórios tanto global como o diafragma que é o músculo mais afetado durante a ventilação mecânica é alterada de forma significativa, através da manovacuometria podemos classificar essa diminuição de força como fraqueza, fadiga ou falência muscular, podendo estar associada com a extubação tardia.<sup>3</sup>

O processo de retirada do paciente da ventilação mecânica pode ser considerado mais difícil que manter o paciente em suporte ventilatório. Esse processo pode ocupar ao menos 40% da permanência no ventilador.

O III consenso de Ventilação Mecânica relata que após o teste de duas horas em ventilação espontânea realizado com o paciente submetido ao suporte, entre 60% e 70% desses pacientes podem ser extubados.<sup>2</sup> A retirada do paciente da ventilação mecânica, deve ocorrer o mais breve possível, considerando que o mesmo seja capaz de reassumir a sua ventilação espontânea adequadamente.<sup>4</sup>

Existem inúmeras técnicas que podem ser utilizadas em pacientes no desmame do ventilador mecânico, o fisioterapeuta deve estar sempre atento com evidências de técnicas que tenham uma eficácia significativa, pois existem também técnicas que não influenciam nesse processo.

O fisioterapeuta deve ter a capacidade de interpretar o tratamento pertinente á esses pacientes, a partir das bases fisiológicas, avaliação, dados da ventilação mecânica, a estabilização hemodinâmica para o controle da insuficiência respiratória.

De acordo com a recomendação da Sociedade de Terapia intensiva Brasileira (SOBRATI) entregue a

ANVISA (Associação Nacional de Vigilância Sanitária) na Consulta Publica de nº 21, de 27 de abril de 2006, responsável pela fiscalização das U.T.I, deve haver a presença de fisioterapeuta intensivista 24 horas, sendo um profissional exclusivo para cada 10 leitos.

Segundo Azeredo<sup>5</sup>, a ventilação mecânica tem como objetivo reestabelecer algumas funções mais importantes do sistema respiratório, de acordo com as necessidade do organismo do paciente, como a insuficiência respiratória, e problemas relacionados a oxigenação, ou seja aquelas que necessitem de suporte ventilatório.<sup>1</sup>

Segundo Gambaroto, o desmame é classificado em três fases sendo elas desmame rápido, desmame gradual e desmame difícil.<sup>6</sup> O processo de retirada do paciente do ventilador mecânico até a respiração espontânea pode ser definido como desmame, o fisioterapeuta deve estar sempre atento quanto os parâmetros do ventilador mecânico, para dar início ao processo de desmame até a evolução do paciente para extubação.

O tempo de permanência do paciente no ventilador mecânico depende também do equilíbrio da capacidade ventilatória e a demanda de ventilação, se não houver essa interação pode ocorrer o fracasso da retirada da ventilação mecânica ou até mesmo o desmame difícil.<sup>7</sup>

O objetivo foi analisar a eficácia das técnicas de fortalecimento e eletroestimulação da musculatura respiratória, em pacientes submetidos à ventilação mecânica (VM) levando ao desmame.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um trabalho de revisão, que foi desenvolvido através de análise de literaturas, entre 2008 e 2015. Foi realizado um levantamento de evidencias que apresente técnicas que obtiveram eficácia em sua aplicação e deverá conter itens, diretamente relacionados às técnicas de fortalecimento e eletroestimulação da musculatura respiratória, não foram utilizado critérios de exclusão por data de publicação, devido o tema ser um tanto quanto recente e com poucos estudos. Foram incluídas literaturas selecionadas nas bases de dados: Scielo, MedLine, Pubmed e Lilacs.



A metodologia dos estudos incluídos foi avaliada pela escala *Physiotherapy Evidence Database* – PEDro (10), a escala de PEDro é constituída de 11 itens, sendo que cada um contribui com 1 ponto (com exceção do item 1, que não é pontuado). O escore total varia de 0 (zero) á 10 (dez). Essa escala avalia a qualidade metodológica dos ensaios clínicos aleatórios controlados e não controlados, e se contém informações estatísticas suficientes para torna – los interpretáveis.

### 3. RESULTADOS

Corrêa, Moodie e Elbohy, realizaram estudos (Tabela 1) comparando o ganho de força muscular e relação com o desmame, utilizando a técnica de diminuição da sensibilidade do ventilador mecânico.

**Tabela 1:** Estudos sobre o treinamento muscular com a sensibilidade do ventilador mecânico.

Nº	Autor e ano	Tratamento	Frequência semana	Resultados obtidos
1	Corrêa et. al (2008)	Treinamento muscular respiratório utilizando a sensibilidade do ventilador mecânico no desmame, 17 pacientes.	G1: 3 e 7 dias G2: 1 á 2 dias	G1: Aumento significativo da PiMáx, sucesso no desmame e evolução para alta hospitalar.
2	Moodie (2011)	Treinamento muscular com alteração da sensibilidade do ventilador mecânico em pacientes submetidos a VM.	NI	Os pacientes obtiveram um aumento significativo nos valores da PiMáx, levando ao ganho de força muscular.
3	Elbohy et. al (2014)	Treinamento com 40 pacientes sob VM, realizando ajuste do sensibilizador mecânico.	1 vez durante 5 dias.	Aumento da força muscular e resistência auxiliam o desmame da VM e desmame difícil.

**PeMáx:** Pressão expiratória máxima, **PiMáx:** Pressão inspiratória máxima, **VC:** Volume corrente e **VM:** Ventilação mecânica **Fonte:** Própria do autor

**Tabela 2:** Estudos do treinamento muscular utilizando Threshold®

Nº	Autor e ano	Tratamento	Frequência semanal	Modo de intervenção	Resultados obtidos
1	Condessa (2013)	Treinamento com Threshold® em 92 pacientes em desmame da VM.	7 vezes por semana.	5 séries de 10 repetições.	O treinamento não encurtou significativamente o tempo de desmame, mas aumentou a PeMáx e o VC.
2	Pascotini (2013)	Treinamento com Threshold® em 14 pacientes traqueostomizados submetidos a VM.	7 vezes por semana.	3 séries de 10 repetições.	Os pacientes mantiveram o valor da PiMáx, contribuiu para o desmame, tendo em vista que somente 3 pacientes obtiveram falha no desmame.
3	Carder et. al (2010)	Treinamento com Threshold® em 41 idosos intubados com carga de 30% da PiMáx.	7 dias 2 vezes na semana.	NI.	Houve melhora da PiMáx, com redução no tempo do desmame em alguns pacientes.
4	Martin et. al (2011)	Treinamento muscular com Threshold® em 69 pacientes com carga de 30%.	5 dias por semana.	4 séries de 10 repetições.	Levou ao aumento da PiMáx e melhora no resultado do desmame em relação ao treino.
5	Carder et. al (2012)	Treinamento com Threshold® em 28 pacientes intubados em PSV e traqueostomia, com carga de 30%.	7 dias 2 vezes na semana.	NI.	Aumento significativo da PiMáx, com um índice considerado bom nas extubações.
6	Condessa et. al (2014)	Treinamento muscular com Threshold® em 92 pacientes, com carga de 40%.	NI.	NI.	Houve aumento na força muscular respiratória, mas não reduziu o tempo de desmame.
7	Dixit et. al (2014)	Uso do Threshold® com 30 pacientes sob VM, com carga de 30%.	7 dias 1 vez na semana.	5 séries de 6 repetições.	Mudanças significativas na PiMáx e no período de desmame.
8	Condessa (2008)	Treinamento com Threshold® em pacientes submetidos a VM.	6 vezes por semana.	4 séries de 6 repetições com descanso de 5 a 10 min entre as séries.	Aumento significativo da PiMáx e demonstra uma melhora no condicionamento muscular respiratório, houve também melhora na qualidade de vida.
9	Condessa (2008)	Treinamento dos músculos respiratórios com um resistor de carga linear, em 10 pacientes traqueostomizados.	5 vezes por semana.	3 á 5 séries de 6 repetições.	Verificou – se com este estudo que somente um paciente que foi submetido ao treinamento não obteve sucesso no desmame.

NI: Não informado, PeMáx: Pressão expiratória máxima, PiMáx: Pressão inspiratória máxima, VC: Volume corrente e VM: Ventilação mecânica.

Fonte: Própria do autor



Os estudos (Tabela 2) analisaram o ganho de força muscular em pacientes submetidos á ventilação mecânica, utilizando um treinamento através do uso de Threshold® que é considerado uma carga linear pressórica

para o treinamento específico da musculatura inspiratória<sup>8</sup>.

Endurance (Tabela 3) consiste em um protocolo de treinamento utilizando uma carga sobre a musculatura respiratória, para isso utiliza – se um resistor, no caso Threshold®.

**Tabela 3:** Protocolo Endurance utilizando Threshold®

Método de treino		
Tolerância respiração espontânea	Carga	Repouso
< que 15 min	PSV de 5 cmH <sub>2</sub> O	Repouso PSV*
> que 15 min	Tubo T	Repouso PSV*
Período de treino alternando carga (C) e repouso (R)		
Manhã	Tarde	Noite
Dia 1 - 15 min de C / 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 2 - 30 min de C / 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 3 - 60 min de C / 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 4 - 90 min de C / 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 6 - 120 min de C / 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 7 - 180 min de C / 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 8 - 180 min de C / 60 min de R	Repete manhã	6 horas de C / 6 horas de R

Permitir respiração espontânea máxima, até iniciar com músculos acessórios ou desconforto (zona de fadiga). Avaliar o tempo limite, por exemplo, mais 10 minutos; e \*Ajustar PSV para melhor sincronia e conforto. Considerar a liberação do ventilador quando preencher os critérios de desmame.

Fonte: Scielo, jornal de pneumologia.

**Tabela 4:** Uso do EDET no processo de desmame da VM

Nº	Autor e ano	F (Hz)	TS (seg)	TC (seg)	TD (seg)	R (seg)	Duração (min)	Tempo (dias)	Posicionamento	Resultado
1	Krusicki (2014)	30	1	1	1	2	20	5	Região paraxifóide, 6º e 7º costelas nas linhas axilares anteriores direita e esquerda.	Melhora da PiMáx, e não altera a FC e SpO <sub>2</sub> , é eficaz no treinamento muscular.
2	Mazullo et.al (2010)	25/30	1	1	1	2	30	NI	Região paraxifóide, na região 6º, 7º e 8º costela na linha média axilar.	Melhora na SpO <sub>2</sub> , FR espontânea e maior tempo em PSV, otimiza a contração diafragmática

**EDET:** Estimulação elétrica transcutânea diafragmática, **FC:** Frequência cardíaca, **FR:** Frequência respiratória, **NI:** Não informado e **SpO<sub>2</sub>:** Saturação de oxigênio. **Fonte:** Própria do autor



Krusicki e Mazullo et al, (Tabela 4) analisaram o ganho de força muscular através de um protocolo de eletroestimulação da musculatura respiratória. Há um protocolo que foi descrito em 1990 de EDET para ser utilizado em humanos, padroniza os valores da rampa, com duração de 1 segundo para cada momento

dentre eles TS, TC e TD, e para o período de repouso (R), 2 segundos. Representando 80% dos estudos, que utilizaram este protocolo. <sup>4</sup>

**Tabela 5:** Qualidade metodológica através da escala de Physiotherapy Evidence Database – PEDro

Nº do Artigo	Autor / Ano	Escore total
1	Corrêa (2008)	6
2	Moodie (2011)	7
3	Elbohy et. al (2014)	10
4	Pascotini (2013)	8
5	Condessa (2013)	6
6	Carder (2010)	5
7	Martin (2011)	8
8	Carder (2012)	7
9	Condessa (2014)	5
10	Dixit et. al (2014)	8
11	Condessa (2008)	7
12	Condessa (2008)	7
13	Krusicki (2014)	6
14	Mazullo (2010)	6

Fonte: Própria do autor

Os artigos foram qualificados através da escala de Physiotherapy Evidence Database – PEDro

(Tabela 5), nenhum artigo teve escore total menor que 5.

#### 4. DISCUSSÃO

O propósito desta revisão é a análise de evidências científicas sobre as técnicas de fortalecimento e eletroestimulação da

musculatura respiratória, no desmame de pacientes em ventilação mecânica invasiva.

Os resultados que atenderam os critérios de inclusão foram classificados pela



escala de PEDRro, referente a qualidade metodológica.

A ventilação mecânica funciona como um meio capaz de suportar a homeostasia dos gases sanguíneos de pacientes que não conseguem manter uma ventilação alveolar adequada. Levando ao uso prolongado do suporte ventilatório.

Pacientes críticos que necessitam de ventilação mecânica prolongada são frequentemente sujeitos a longos períodos de inatividade e profunda sedação, que resulta em atrofia por desuso do músculo esquelético e diafragma<sup>9</sup>. Evidências crescentes demonstram que a ventilação mecânica promove atrofia diafragmática rápida, induz mudanças proteicas e promove o estresse oxidativo.

O diafragma é o músculo que realiza 70% do ciclo respiratório, sendo ele composto por fibras de contração lenta, resistente a fadiga (Tipo I), fibras resistentes a fadiga e contração moderada (Tipo II A) e fibras de contração rápida com baixa resistência (Tipo II B).

De acordo com estudo realizado<sup>10</sup>, a fraqueza muscular do diafragma inicia-se após 18 horas de ventilação mecânica, sugerindo que a fraqueza do diafragma é legalmente responsável pela prolongação da ventilação mecânica em UTI. Para diminuir ou estabilizar a atrofia e fraqueza dos músculos respiratórios, evitando fadiga e diminuição do processo de desmame deve ser empregada a realização de exercícios e técnicas de fortalecimento muscular respiratório. Esse treinamento pode ser realizado em pacientes no processo de desmame do ventilador mecânico, é feito através do Threshold®, ajuste da sensibilidade do ventilador mecânico e uso da estimulação elétrica diafragmática transcutânea.

O Threshold® é um incentivador que atua como exercitador respiratório, que objetiva a melhora na força e na resistência dos músculos à fadiga, ofertando uma carga ou resistência à ventilação espontânea do paciente, por carga pressórica.

Oferece ao paciente uma resistência conhecida durante todo o movimento ventilatório, garantida por válvulas com molas, não dependentes de fluxo inspiratório do paciente, os valores vão de - 7 cmH<sub>2</sub>O á - 40 cmH<sub>2</sub>O.<sup>11</sup> Com o objetivo de determinar a carga a ser utilizada durante o tratamento é necessário

avaliar a força através de um manovacuômetro a P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub> e trabalhar com valores entre 30 e 50 % da força muscular inspiratória e expiratória máxima do indivíduo.<sup>4</sup>

Esse treinamento tem como função o ganho de força muscular, lembrando que para isso é necessário que os músculos apresentem condições fisiológicas como a integridade da condução nervosa e circulação adequada. Vimos, portanto resultados positivos e negativos com relação ao uso do Threshold® no processo de desmame. Há bastantes controvérsias com relação à carga ideal a ser utilizada para a obtenção de ganho de força durante o treinamento. Houve uma diversidade de resultados, tendo em vista que os positivos foram entre 7 a 5 vezes de treinamento na semana com variância de 3 a 5 séries, de 6 a 10 repetições com 5 a 7 semanas de treinamento. As literaturas demonstram um aumento significativo da P<sub>imáx</sub> com relação a inicial, melhora no condicionamento muscular respiratório e principalmente o sucesso no desmame. Em um número total de 10 pacientes, somente um obteve insucesso no processo de retirada da VM. Portanto o tratamento poderá ser mais eficaz se realizado diariamente, 5 séries de 10 repetições durante 7 semanas.

O treinamento com sensibilidade do ventilador mecânico mostrou-se mais um recurso terapêutico no desmame difícil, pela força maior que o paciente deverá fazer para vencer um ciclo respiratório, havendo uma força sob a membrana do músculo respiratório gerando o fortalecimento, com o ganho da P<sub>imáx</sub>, treinamento e a independência da ventilação mecânica, a evolução satisfatória dos pacientes no desmame. Observou-se que durante um curto período de tempo, o treinamento com a sensibilidade do ventilador mecânico não foram significativas, portanto há uma influência no tratamento, conforme o tempo. Desse modo sugere-se um maior tempo de treinamento, quanto maior o sucesso terá no ganho de força e desmame, é mais um recurso terapêutico auxiliar no desmame de pacientes sob VM. Os resultados puderam demonstrar a influência da alteração da sensibilidade do ventilador mecânico com relação ao ganho de força muscular inspiratória. Tendo em vista que algumas literaturas trazem a ineficácia do método.



A estimulação elétrica transcutânea (EDET) é uma aplicação de uma corrente simétrica com onda trapezoidal, para estimular as fibras musculares que compõem o diafragma, é uma técnica que consiste em produzir através de eletrodos na superfície dos pontos motores dos nervos frênicos, estímulos elétricos ritmados. Tem como objetivo aumentar e regularizar a força muscular respiratória e volumes pulmonares, por meio do desencadeamento de contrações musculares por estímulos elétricos.

O EDET tem se mostrado um ótimo recurso de auxílio na reabilitação de pacientes submetidos à VM. Estes resultados demonstram segurança nos achados, houve predomínio no protocolo que estabelece: frequência de 25 a 30 Hz para estimular fibras do tipo I. A rampa determina o tempo de subida (TS), tempo gasto pela corrente elétrica para atingir seu platô, tempo de descida (TD) tempo gasto pela corrente elétrica para sair do máximo e retornar ao zero, tempo de contração (TC) tempo de emissão do pulso e o repouso (R) que é o intervalo entre um estímulo e outro, sem contração.

Sobre a intensidade, quase todos seguiram um padrão, com mínima contração muscular, respeitando o limiar sensitivo de cada pessoa. Houve variação no posicionamento dos eletrodos, porém estão entre os pontos estabelecidos pela literatura científica.

Os pontos motores são essenciais para a resposta eficaz da contração do diafragma, e estes se dão ao nível do 6º, 7º e 8º espaço intercostal da região paraxifóidea e da linha axilar média, onde as fibras nervosas do nervo frênico no músculo diafragma estão mais superficiais.<sup>12</sup> A maioria dos estudos estão relacionados à literatura.

Quanto aos resultados e conclusões da significância das técnicas de fortalecimento e eletroestimulação da musculatura diafragmática auxiliando o desmame de pacientes submetidos a ventilação mecânica, encontrados nesses estudos, houve aumento significativo em tempo de PSV e otimização dos sinais vitais, melhora e ganho de força muscular inspiratória (diafragmática), otimização de SpO<sub>2</sub>, redução da FR, redução do tempo de desmame, desmame e alta.

Lianza<sup>13</sup>, cita que a utilização da estimulação elétrica transcutânea para o

fortalecimento muscular, pode fazer com que ocorra a contração sincronizada, através das unidades motoras, constituída por um neurônio motor e a fibra muscular. A contração ocorre nas fibras musculares mais fortes, acompanhada de uma maior hipertrofia muscular. Fazendo com que o principal músculo da respiração seja fortalecido não somente na técnica de eletroestimulação como as de fortalecimento em geral.

Este estudo também demonstra a necessidade de novos estudos clínicos de intervenção, para obter melhores evidências para a prática dos mesmos, no dia a dia do fisioterapeuta, tendo em vista seu benefício.

## 5. CONCLUSÃO

Todas as técnicas evidenciaram resultados significativos quanto à melhora da força muscular respiratória, redução de tempo de desmame, além de manter a estabilidade hemodinâmica destes pacientes.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> Dias, Alexandre, Treinamento Muscular Respiratório, In SOUZA, Leonardo Cordeiro, Fisioterapia Intensiva, 1º Edição, SP, Atheneu, 2007.
- <sup>2</sup> II – III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica Jornal Brasileiro de Pneumologia, Vol. 33, Supl. 2, pg 54 – 70, 2007.
- <sup>3</sup> Brochard L. et.al. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Ver Respir Crit Care Med.* 1989;139(2):513-21.
- <sup>4</sup> Shelledy, et.al; Interrupção do Suporte Ventilatório, In: Kester, Lucy; Stoler, James. Fundamentos de Terapia Respiratória de Egan, 7º Edição, SP, Manole, 2000.
- <sup>5</sup> Azeredo CAC. Fisioterapia respiratória moderna, 4º Ed. Barueri: Manole, 2002.
- <sup>6</sup> Gambaroto, G.; Fisioterapia respiratória em unidade de terapia intensiva; editora Atheneu; São Paulo, SP, 2006.



- <sup>7</sup> Vallverdú. et al. Estratégias para a interrupção da Ventilação. 3º Edição, RJ Revinter, 2002.
- <sup>8</sup> Silva. et.al. Estimulação Diafragmática Elétrica Transcutânea na melhora do metabolismo da musculatura respiratória: revisão. Revista de Ciências da Saúde. UNIPAM, (1): 69-80. Ano 1, n. 1, 2009.
- <sup>9</sup> Tellez PA. et.al. Early physical rehabilitation in the ICU and ventilator liberation. 2012.
- <sup>10</sup> Powers SK. et.al. CrossTalk proposal: Mechanical ventilation induced diaphragm atrophy is primarily due to inactivity. 2009.
- <sup>11</sup> Sclarick. et.al. Treinamento Muscular Respiratório no Desmame Difícil, In: SOUZA, Leonardo Cordeiro. Fisioterapia Intensiva, 1º Edição, SP, Atheneu, 2007.
- <sup>12</sup> Sluka KA, Walsh D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness J Pain. 2003; 4(3):109-21. Revista Brasileira de fisioterapia, São Carlos.
- <sup>13</sup> Lianza S. Medicina de reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- <sup>14</sup> Bianchi, P.D. et.al. Avaliação do treinamento de força e resistência muscular respiratória com manovacuômetro e com carga linear pressórica. Revista Digital – n. 136, ano 2014.
- <sup>15</sup> Carter C. et.al. Tracheal gas insufflation during late exhalation efficiently reduces  $P_aCO_2$  in experimental acute lung injury. Intensive Care Med 2002;28:504-8.
- <sup>16</sup> Caruso, P. et. al. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. Clinics. Importância do treinamento muscular inspiratório para pacientes sob ventilação mecânica prolongada, 2005
- <sup>17</sup> Corrêa G. Fisioterapia respiratória e terapia intensiva. Rev. Bras. Fisioter, Vol 12, n. Siepp., p 68 – 68. 2008.
- <sup>18</sup> Criner J, et al. Variability of electrophrenic diaphragmatic function in vitro. Am J Respir Care Crit Care Med 1995; 152:1648-52. Fisioterapia Respiratória No Paciente Crítico, 3º Edição 2010.
- <sup>19</sup> Elbohy MS. et.al. Effect of respiratory muscles training in weaning of mechanically ventilated patients. 2014; 63, 679 – 687.
- <sup>20</sup> Geddes LA. et.al. Electroventilation. Am J Emerg Med 1985; 3:337-39. Fisioterapia Respiratória No Paciente Crítico, 3º Edição 2010.
- <sup>21</sup> Jensen H. et.al. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for painful osteoarthritis of the knee. Int J Rehabil Res.1991;14(4):356-8. Revista Brasileira de fisioterapia, São Carlos.
- <sup>22</sup> Laghi F. et.al. Parthasarathy S, Warshawsky P, Choi YS, et al. Is weaning failure caused by low-frequency fatigue of the diaphragm? Am J Respir Crit Care Med. 2003;167(2):120-7. Jornal Brasileiro de Pneumologia, vol.33 suppl.2 São Paulo, Julho de 2007.
- <sup>23</sup> Mier A, et al. Phrenic nerve stimulation in normal subjects and in patients with diaphragm weakness. Thorax 1987; 42:885-88. Fisioterapia Respiratória No Paciente Crítico, 3º Edição 2010.
- <sup>24</sup> Miranda, A. S. et.al. Intervenção Fisioterapêutica Pneumofuncional na Reeducação da Mecânica Ventilatória do Tórax Enfisematoso. Disponível. Publicado em 6 de Maio de 2011.
- <sup>25</sup> Moddie L. et.al. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. Journal of physiotherapy. 2011; 57: 213 – 221.
- <sup>26</sup> Nochomovitz LM, et al. Diaphragm activation with intra-muscular stimulation in dogs. Am Rev Respir Dis 1983;127:325-29. Fisioterapia Respiratória No Paciente Crítico, 3º Edição 2010.
- <sup>27</sup> Souza. et.al. Teste de Permeabilidade de Vias Aéreas Pré – Extubação: Comparação entre Três Métodos em Ventilação Espontânea.



Revista Brasileira de Terapia Intensiva. Vol. 19  
Nº3, Julho-Setembro, pg. 310-316, 2007.

<sup>28</sup> Souza. et.al. Análise Eletromiográfica do  
Treinamento Muscular Inspiratório sob  
diferentes cargas do Threshold MT.  
Perspectivas online, v.2, n.7, 2008, p. 103-112.