

PRESSÃO INSPIRATÓRIA MÁXIMA (PIMÁX) COMO ÍNDICE PREDITOR DE SUCESSO DO DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA: ARTIGO DE REVISÃO

COUTO, Jéssica Reis¹, COCA, Vinicius de Castro², ULTRA, Rogério Brito³

RESUMO

INTRODUÇÃO: Na unidade de terapia intensiva é comum os pacientes necessitarem do auxílio do ventilador mecânico, porém este método gera fraqueza, redução da capacidade diafragmática e algumas complicações pulmonares. Sendo assim, a partir do momento que o paciente foi intubado, uma das propostas fisioterapêuticas será promover a retirada da prótese ventilatória tão rápido quanto possível. Para isso é necessário realizar o desmame da ventilação mecânica e para esse processo ser realizado com segurança existem fatores a serem observados, como a pressão inspiratória máxima.

OBJETIVO: Dessa forma, o objetivo do estudo foi realizar uma revisão da literatura atual sobre a relação entre os valores de Pimáx e o sucesso do desmame da ventilação mecânica de pacientes internados em uma Unidade de Terapia Intensiva.

MATERIAIS E MÉTODO: Foram utilizados 45 artigos, encontrados nas bases de dados Scielo, Lilacs, BVS, Scopus, EMBASE, ISI, Pubmed e Bireme. Foram incluídos artigos apenas nos idiomas inglês ou português, publicados do ano 2000 a 2014, além de livros publicados entre os anos 2006 e 2014, nos idiomas português, espanhol e inglês.

CONCLUSÃO: A partir da análise dos artigos estudados, sugere-se que a avaliação da Pimáx é importante para a determinação do momento de início do desmame e da extubação, porém o valor ideal para prever sucesso ou falha parece não estar ainda bem definido.

Palavras – Chave: Músculos Respiratórios; Força Muscular; Desmame do Respirador

ABSTRACT

INTRODUCTION: In the intensive care unit it is common for patients to require the aid of a mechanical ventilator, but this method generates weakness, reduced capacity and some diaphragmatic pulmonary complications. Therefore, from the time that the patient was intubated, one of physiotherapy proposals will encourage withdrawal of ventilator assistance as fast as possible. For this it is necessary to make weaning from mechanical ventilation and for this process to be carried out safely there are factors to be observed, as the maximal inspiratory pressure.

OBJECTIVE: Thus, the point of this study was to review the current literature on the relation between the values of Pimáx and successful weaning from mechanical ventilation in patients admitted to an Intensive Care Unit.

MATERIALS AND METHODS: 45 articles found in the Scielo, Lilacs, BVS, Scopus, EMBASE, ISI, Pubmed and Bireme data were used. Articles were included only in English or Portuguese languages, published in 2000 and 2014, as well as books published between 2006 and 2014, in Portuguese, Spanish and English.

CONCLUSION: From the analysis of the articles studied, it is suggested that the evaluation of Pimáx is important for determining the time of onset of weaning and extubation, but ideal to predict success of failure value seems not to be well defined.

Keywords: Respiratory Muscles; Muscle Strength; Ventilator Weaning

INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica invasiva (VMI) é um suporte ventilatório que consiste em um método auxiliar no tratamento e na manutenção da oxigenação e/ou ventilação de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada de maneira artificial, até que estes sejam capazes de reassumir espontaneamente¹.

Na unidade de terapia intensiva (UTI) é comum os pacientes necessitarem do auxílio do ventilador mecânico, sendo por muitas vezes necessário a administração de sedativos ou bloqueadores musculares, o que provoca uma redução de 40% a 50% da atividade diafragmática² e imobilidade no leito, gerando alterações no sistema osteomioarticular, principalmente na musculatura respiratória^{3,4}, fato este que também contribui para redução da capacidade do diafragma em gerar força, uma vez que o ventilador mecânico assume a maior parte do trabalho respiratório, diminuindo o trabalho exercido pelo paciente, acarretando assim aumento de duas a cinco vezes no tempo de permanência da ventilação mecânica (VM)⁵.

Além da fraqueza e redução da capacidade diafragmática a VMI pode gerar complicações como:

lesão pulmonar, pneumonia associada a ventilação mecânica e trauma de via aérea, fazendo com que a associação desses fatores dificultem o processo do desmame ventilatório. Dessa forma, uma vez que o paciente foi intubado e posto em VMI uma das propostas fisioterapêuticas será promover a retirada da prótese ventilatória tão rápido quanto possível⁶.

O desmame consiste no processo de retirada gradual do paciente do suporte ventilatório e inserção dele à uma respiração espontânea⁷. O suporte ventilatório deve ser retirado de forma segura, para isso é de extrema importância saber quando o paciente está pronto para iniciar o desmame e qual o método de retirada que deverá ser utilizado, sendo assim o paciente deve apresentar os seguintes critérios: Insuficiência Respiratória Aguda resolvida, estar acordado, não estar sedado ou com pequenas doses de sedação, estar estável hemodinamicamente, ter a gasometria dentro dos parâmetros ($\text{PaO}_2 \geq 60$ mmHg; $\text{FIO}_2 \leq 0,4$ e Ph entre 7,30 e 7,60), ser capaz de iniciar os estímulos inspiratórios de forma autônoma⁸, ter tosse adequada, ausência de quantidade excessiva de secreção traqueobrônquica e ter adequada troca gasosa^{9,10}.

Considera-se sucesso do desmame ventilatório a permanência da ventilação espontânea por pelo menos 48h após a interrupção da ventilação artificial². Atualmente, o desmame é dividido em três tipos, são eles: simples, difícil e prolongado, onde o simples é aquele em que o paciente tolera o teste de respiração espontânea (TRE) inicial e é extubado com sucesso na primeira tentativa; desmame difícil é aquele onde há falha na primeira tentativa, precisando de mais três ou até sete dias desde o primeiro TRE para haja sucesso; e o desmame prolongado, há falha em pelo menos três tentativas de desmame, requerendo mais de sete dias após o primeiro TRE para que o paciente seja desmamado com sucesso⁹.

Aproximadamente 20% dos pacientes apresentam desmame difícil, aumentando com isso o tempo de internação e conseqüentemente aparecimento das complicações oriundas desta situação¹¹. Para evitar o desmame difícil deve-se saber o momento certo para realiza-lo, e para isso existem fatores à serem observados, além da clinica, que são os índices preditivos para o desmame, que avaliam função respiratória, tendo como objetivo avaliar o prognóstico e oferecer mais segurança para esse processo¹². Dentre os índices preditivos destacam-se: Saturação de oxigênio (SaO_2), Fração inspira-

da de oxigênio (FiO_2), complacência estática do sistema respiratório (Cstat)¹³, relação FR/VC (índice de Tobin), pressão inspiratória máxima (Pimáx), frequência respiratória (FR), volume corrente (VC), capacidade vital e a relação da pressão arterial de oxigênio/ fração inspirada de oxigênio (relação P/F)^{9,10,14}.

A Pimáx avalia indiretamente a capacidade de força dos músculos inspiratórios¹⁵, aferindo a maior pressão que pode ser gerada durante uma inspiração, quantificando assim, a progressão da fadiga muscular e a adaptação funcional à VM. Ela pode ser mensurada por meio de um manovacuômetro digital (figura 1) ou analógico (figura 2), podendo ser associado ou não a uma válvula unidirecional (figura 3) e por meio de softwares de ventiladores artificiais¹⁶. Os valores de Pimáx dependem da força dos músculos respiratórios, do volume pulmonar e da pressão de retração elástica do sistema respiratório¹⁷. É considerada um importante índice preditivo para desmame, uma vez que é necessário para a ventilação espontânea uma boa força muscular do diafragma e dos componentes musculares acessórios ao processo inspiratório¹.

Figura 1: Manovacuômetro analógico



Fonte: www.medicinaintensiva.com.br

Figura 2: Manovacuômetro digital



Fonte: www.medicinaintensiva.com.br

Figura 3: Válvula Unidirecional



Fonte: www.medicinaintensiva.com.br

Existem valores sugestivos, que devem ser mais negativos que -20 a -25 cmH₂O para predizer sucesso no desmame, entre -70 a -45 cmH₂O para indicar fraqueza muscular, entre -40 a -25 cmH₂O para mostrar fadiga e valores menores que -20 cmH₂O para apontar falência da musculatura¹⁸.

Apesar de vários estudos demonstrarem a importância da Pimáx e existir uma equação para saber o seu valor ideal, há discordância entre valores encontrados e valores preditos, tendo assim, um déficit de informações no que diz respeito a um consenso de qual é o valor de Pimáx ideal para prever o desmame ventilatório¹⁷⁻¹⁹. Em virtude disso, o objetivo do estudo será realizar uma revisão da literatura atual sobre a relação entre os valores de Pimáx e o sucesso do desmame da ventilação mecânica de pacientes internados em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

MATERIAIS E MÉTODO

Foram encontrados 257 artigos originais sobre o tema, além de busca manual nas referências bibliográficas dos artigos encontrados. Dos 257, 45 foram utilizados. Foram excluídos do estudo os artigos de revisão e estudo de caso, os que incluíam experiências em animais e crianças. A busca foi feita nas bases de dados Scielo, Lilacs, BVS, Scopus, EMBASE, ISI, Pubmed e Bireme. Os descritores utilizados (palavras chave) na busca foram: músculos respiratórios, força muscular e desmame do respirador, segundo os descritores em inglês e português encontrados no MeSH e DeCS. Os artigos foram avaliados segundo os critérios PICOS.

Foram incluídos artigos apenas nos idiomas inglês ou português, publicados do ano 2000 até 2014, com exceção para as citações no que diz respeito à conceitos ou dados originais estudados em perio-

do anterior ao ano de início da pesquisa, além de livros publicados entre os anos 2006 e 2014, nos idiomas português, espanhol e inglês.

DESENVOLVIMENTO

Pressão Inspiratória Máxima

A Pimáx ainda é o critério mais utilizado na UTI para avaliar a força da musculatura inspiratória, devido ser um método simples, não invasivo, de fácil manuseio, preciso e de baixo custo^{20,21}.

Avaliação da Pimáx

Existem diferentes formas de mensuração da Pimáx, sendo a mais comum a aferida a partir do volume residual (VR), ocluindo-se o fluxo inspiratório e explicando ao paciente como será realizado o procedimento e de que maneira ele deve agir, necessitando assim da sua cooperação²². Outra maneira é a partir de uma válvula unidirecional, para permitir somente a expiração, bloqueando a inspiração por aproximadamente 20 a 25 segundos, gerando esforços inspiratórios, permitindo a exalação até volumes pulmonares menores, perto do VR, mesmo sem a colaboração do paciente^{22,23}.

A forma mais comum de mensuração talvez não seja a mais eficaz uma vez que estudos demonstram que o método com a válvula unidirecional é mais eficiente visto que em pessoas saudáveis, o estímulo da respiração aumenta com o período de apnéia²⁴. No método de oclusão simples o esforço respiratório é mais dependente da colaboração do que da resposta fisiológica do paciente. Além disso, a válvula unidirecional permite a exalação até volumes próximos do VR, o que é um fator que aumenta o esforço respiratório e ajuda a gerar uma pressão mais negativa^{22,23}.

Dois estudos, um em 2004 e outro em 2006, realizados por Monteiro, compararam diferentes tempos de oclusão, através da mensuração da Pimáx, por um manovacúmetro acoplado à uma válvula unidirecional, utilizando um tempo de oclusão de 20 segundos no primeiro momento e depois um tempo limitado por três inspirações consecutivas com um valor de platô de pressão negativa, sem, no entanto, ultrapassar um minuto de oclusão. Com esse experimento, concluiu que o tempo de 20 segundos de oclusão das vias aéreas não é suficiente para se obter uma PImax verdadeira^{22,23}. Sendo assim, outros dois estudos foram feitos por Guimarães em 2007 e Filho em 2010 com o objetivo de verificar o

tempo eficiente para a avaliação da Pimáx, podendo então concluir que o método utilizando a válvula unidirecional com oclusão de 40 segundos quando comparado com o método de oclusão simples possui valores de Pimáx maiores, sendo, portanto, esse tempo mais eficiente para avaliação real da Pimáx^{25,26}, diminuindo a chance da verificação errônea e consequentemente subestimar a força muscular do paciente.

Valores da Pimáx

Os valores que sugerem normalidade da Pimáx podem ser descobertos através de uma fórmula proposta por Neder et al. que é diferente para homens e mulheres. Para mulheres utiliza-se a seguinte equação: $0,49(\text{idade}) + 110,4$, enquanto para homens $0,80(\text{idade}) + 155,3$ ¹⁹.

Apesar de existirem diversos estudos referentes à Pimáx ainda existe divergência na literatura em relação aos valores ideais para predizer o sucesso do desmame. Segundo alguns autores estudados, como Tobin, Boles e Nemer os valores ideais estão entre -20 a -30 cmH₂O^{9,27} porém essa informação é confrontada por um estudo realizado por Oliveira em 2006, onde foi avaliado a padronização do desmame da ventilação mecânica em um período de um ano. No decorrer da pesquisa o autor pode concluir que com um valor de Pimáx maior que -25 cmH₂O há provável incapacidade do índice em predizer falha no desmame²⁸ e ainda afirma que uma Pimáx mais negativa que -30 cmH₂O é o valor necessário para a obtenção do sucesso do desmame, uma vez que aproximadamente 80% dos pacientes estudados que obtiveram uma pressão mais negativa que -30 cmH₂O foram desmamados com êxito, porém também foi constatado que cerca de 25% dos pacientes que tiveram uma Pimáx menos negativa que -30 cmH₂O falharam no processo²⁹.

Variáveis do índice

Além da pressão inspiratória máxima há um índice chamado atividade do centro respiratório, representado pela sigla P 0.1 que tem como objetivo mensurar a atividade do centro respiratório, mensurando a pressão de oclusão das vias aéreas em 100 μ s ao final da inspiração, tendo uma relação direta com o estímulo neural³⁰. A P 0.1 é produzida por esforços inspiratórios, variando de 0,5 a 1,5 cmH₂O durante a inspiração^{30,31}.

A força muscular inspiratória e o estímulo central

da respiração podem ser relacionados uma vez que a fraqueza da musculatura inspiratória causa diminuição da capacidade de contração muscular, dificultando a expansibilidade torácica e gerando consequentemente reduções no volume corrente (VC) e elevações na frequência respiratória (FR), elevações essas que ocorrem como tentativa de compensar o baixo volume, objetivando estimulação do centro respiratório (CR) para eliminação de CO₂, que em concentrações excessivas age sobre a área quimiossensível, estimulando assim o CR^{32,33}.

Em 1990 um estudo feito por Fernandez, avaliou a P 0.1 e a Pimáx em pacientes pós-cirurgia cardíaca ventilando espontaneamente, pacientes em ventilação mecânica, pacientes em desmame da ventilação e pacientes extubados com o objetivo de calcular o índice P 0.1/Pimáx como tentativa de relacionar as demandas ventilatórias com a reserva ventilatória muscular. Com isso, foi concluído que com a associação dos dois índices há um aumento da especificidade na decisão da necessidade parcial, total ou não necessidade de suporte ventilatório, quando comparada com a avaliação isolada da P 0.1^{34,35}. Ainda que existam poucos estudos que utilizaram a relação P 0.1/Pimáx como objeto de estudo para comparar com outros índices preditores, essa relação tem sido considerada boa para predizer o sucesso no desmame³⁶.

O fato do índice ser bem sucedido baseia-se na fisiologia respiratória, uma vez que quanto menor a força muscular inspiratória, caracterizada por uma Pimáx menos negativa, maior será o esforço respiratório consequente da estimulação do CR que será refletida por uma P 0.1 alta. Portanto, tanto pacientes que possuem elevada atividade do CR com uma Pimáx menos negativa gerando uma relação P 0.1/Pimáx elevada, quanto pacientes com P 0.1 baixa, relacionando-se com diminuição da estimulação do CR e Pimáx mais negativada, demonstram prognóstico ruim para o desmame. Logo, o desejado é que haja uma boa força muscular com uma atividade do CR normal ou não elevada, acarretando uma relação P 0.1/Pimáx com valores entre 0,09 a 0,15^{37,38,39}.

Cuidados na avaliação

Pacientes com patologias que geram hiperinsuflação pulmonar, apresentarão uma Pimáx menor do que em indivíduos com insuflação adequada, uma vez que esse quadro gera retificação das hemicúpulas diafragmáticas, reduzindo a zona de aposição diafragmática e consequentemente a mobilida-

de do gradil costal e a capacidade do diafragma em gerar força⁴⁰.

Outra patologia que parece afetar a força da musculatura inspiratória é a obesidade mórbida, devido o aumento da resistência elástica causada pelo excesso de tecido adiposo na caixa torácica e abdome, causando desvantagem mecânica aos músculos⁴¹⁻⁴². Porém existem pesquisas que são contrárias a essa teoria, uma vez que um paciente obeso necessita de esforço adicional diário para permanecer na posição ereta ou mover seu corpo, tendo portanto uma força muscular maior devido as adaptações necessárias para seu estilo de vida⁴³⁻⁴⁴.

Em um trabalho, foi analisado qual o tipo de fibra muscular predominante em um paciente obeso, por meio de uma biópsia da musculatura retoabdominal, sendo encontrado um alto percentual de fibras do tipo II, que estão relacionadas com a resistência baixa e alto poder de contração⁴⁵, ao contrário do que é encontrado nos músculos respiratórios de pacientes saudáveis⁴⁶.

A Pimáx deve ser avaliada sempre que possível na posição sentada, principalmente nos pacientes obesos, uma vez que a pressão inspiratória reduz pela metade quando mensurada na posição supina. Isso se dá pelo fato de que na mudança de postura para decúbito dorsal há um estiramento diafragmático no sentido cefálico, que no caso dos obesos é maior em consequência do peso do abdome^{40,47}.

Com base nisso, deve-se sempre avaliar o paciente como um todo, para no momento da mensuração da Pimáx já saber as características do paciente, sabendo se existe algum fator que justifique alguma alteração na medida.

Relação da Pimáx com o desmame

O tempo de permanência na ventilação mecânica exerce influencia negativa sobre a força muscular e, conseqüentemente, sobre o volume corrente dos pacientes. Um estudo demonstra anormalidades neuromusculares em 50% dos pacientes internados na UTI após 5 a 7 dias de ventilação mecânica, tendo como principal sinal clínico o descondicionamento físico, devido à fraqueza muscular⁴⁸.

O desmame da prótese ventilatória está diretamente ligada a alteração na interação do paciente com o ventilador, onde ele passa a exercer o trabalho antes realizado pelo ventilador mecânico, sendo capaz de gerar volume suficiente para suas neces-

sidades ventilatórias⁴⁹.

Sendo a função muscular o principal componente responsável pela geração de força da bomba ventilatória durante a respiração é de extrema importância que essa força esteja minimamente preservada no momento da retirada do suporte pelo ventilador, até o momento da retirada da via aérea artificial, por isso, estudos foram feitos com o intuito de correlacionar o sucesso do desmame com a pressão inspiratória máxima. Os resultados demonstraram que a força da musculatura inspiratória e sua capacidade na geração de volume são índices preditivos de sucesso no desmame da ventilação mecânica invasiva^{50,51}. Nas pesquisas de Sahn e Lakshminarayan e alguns outros autores, revelaram que pacientes capazes de gerar pressões menores que -30 cmH₂O obtiveram sucesso no desmame da ventilação mecânica invasiva e aqueles incapazes de gerar uma pressão de pelo menos -20 cmH₂O não obtiveram sucesso no desmame^{52,53,54,55,56}.

O uso do modo controlado, geralmente é associado à administração de sedativos em doses altas ou bloqueadores musculares, provocando redução de 40% a 50% da capacidade diafragmática. Sabendo-se que é importante a manutenção da força inspiratória, é necessário tomar iniciativas afim de evitar essa perda muscular. Apenas o fato de conseguir mudar a modalidade de controlada para assistida ou espontânea, pode significar a redução na perda de massa muscular por desuso, favorecendo e acelerando o processo de desmame da ventilação mecânica, reduzindo o tempo de internação^{55,57}.

Para orientar quando o paciente está apto para o desmame, diversos fatores são avaliados, como: o estado nutricional, distúrbios eletrolíticos, doenças cardiovasculares, entre outros⁵⁵. Por esse motivo, em diversos pacientes, a análise da pressão inspiratória máxima falha em prever o sucesso do desmame, uma vez que este depende de outros componentes⁵⁸.

CONCLUSÃO

Com a análise de todos os artigos utilizados sugere-se que a avaliação da pressão inspiratória máxima é importante para a determinação do momento de início do desmame e da extubação, sendo demonstrado pela maioria dos trabalhos que baixos valores de Pimáx geram um maior risco de falha no desmame, contudo esse valor ideal parece não estar ainda bem definido, com discondâncias na literatura acerca deste valor. É sugerido que mais trabalhos randomizados devem ser realizados com

objetivo de se definir os valores de forma mais precisa.

Referências bibliográficas

1. SILVA BAK, SOUZA JKD, PEREIRA DM, AYDOS RD, CARVALHO PTC, REIS FA. Correlação entre pressão inspiratória máxima, ventilação pulmonar e tempo de ventilação em pacientes ventilados no modo pressão de suporte. *ConScientiae Saúde* 2008; 7(3): 379-384.
2. PASSARELLI RCV, TONELLA RM, SOUZA HCD, GASTALDI AC. Avaliação da força muscular inspiratória (P_{Imáx}) durante o desmame da ventilação mecânica em pacientes neurológicos internados na unidade de terapia intensiva. *Fisioter Pesq* 2011;18(1): 48-53.
3. HODGIN KE, NORDON-CRAFT A, MCFANN KK, MEALER ML, MOSS M. Physical therapy utilization in intensive care units: results from a national survey. *Crit Care Med*. 2009;37(2):561-6; quiz 566-8.
4. SASSON CS, ZHU E, CAIOZZO VJ. Assist-control mechanical ventilation attenuates ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004; 170(6): 626-32.
5. LATRONICO N, RASULO FA. Presentation and management of ICU myopathy and neuropathy. *Curr Opin Crit Care*. 2010;16(2):123-7.
6. GONÇALVES JQ, MARTINS RC, ANDRADE APA, CÁRDOSO FPF, MELO MHO. Características do Processo de Desmame da Ventilação Mecânica em Hospitais do Distrito Federal. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2007; 19: 1.
7. GOLDWASSER R, FARIAS A, FREITAS EE, SADDY F, AMADO V, OKAMOTO VN. Desmame e Interrupção da Ventilação Mecânica. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2007; 19: 3.
8. MACINTYRE NR, COOK DJ, ELY EW Jr et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest* 2001; 120: 375- 395
9. BOLES JM, BION J, CONNORS A, HERRIDGE M, MARSH B, MELT C et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007; 29: 1033-1056.
10. EPSTEIN SK. Weaning from ventilatory support. *Curr Opin Crit Care*. 2009(1); 15: 36-43.
11. MACINTYRE NR, FAARC MD. Evidence-Based Ventilator Weaning and Discontinuation. *Respiratory Care* 2004; 49(7): 830-6.
12. NEMER SN, BARBAS CSV, CALDEIRA JB, CARIAS TC, SANTOS R, ALMEIDA LC et al. A new integrative prognostic weaning index of discontinuation from mechanical ventilation. *Critical Care*. 2009, 13(5):R152.
13. NEMER SN, BARBAS CSV. Parâmetros preditivos para o desmame da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol* 2011; 37(5): 669-679.
14. ESKANDAR N and APOSTOLAKOS MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Clin*. 2007; 23(2): 263-274.
15. ALMEIDA IP, BERTUCCI NR, LIMA VP. Variações da pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima a partir da capacidade residual funcional ou da capacidade pulmonar total e volume residual em indivíduos normais. *O Mundo da Saúde São Paulo* 2008; 32(2): 176-182.
16. GUIMARÃES FS, ALVES FF, Constantino SS, Dias CM, Menezes SLS. Assessment of maximum inspiratory pressure in non-cooperative patients: a comparison between two methods. *Rev Bras Fisioter* 2007; 11: 203-207.
17. SOUZA RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002;28 Suppl 3:S155-65.
18. NEDER JA, ANDREONI S, LERARIO MC, NERY LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27.
19. AZEREDO, C.A.C. *Fisioterapia Respiratória Moderna*. São Paulo: Manole; 2002. p.79 – 81.
20. NEMER SN. Avaliação da força muscular inspiratória (P_{i max}), da atividade do centro respiratório (P 0.1) e da relação da atividade do centro respiratório/força muscular inspiratória (P 0.1 / P_{i Max}) sobre o desmame da ventilação mecânica [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2007.
21. STEFANUTTI D, FITTING JW. Sniff nasal inspiratory pressure. Reference values in caucasian

- children. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:107-111.
22. MONTEIRO LS, VELOSO CA, ARAÚJO S, FIGUEIREDO LC, TERZI RGG. Comparação de Dois Métodos de Mensuração da Pressão Inspiratória Máxima em Pacientes Com e Sem Alterações do Nível de Consciência. *RBTI* 2006;18(3); 256-262.
23. MONTEIRO LS, VELOSO CA, ARAÚJO S, FIGUEIREDO LC, TERZI RGG. Comparação de dois métodos de mensuração da pressão inspiratória máxima com o uso de uma válvula unidirecional. *RBTI* 2004;16; 74-77.
24. SILVA BAK, SOUZA JKD, PEREIRA DM, AYDOS RD, CARVALHO P, REIS FA. Correlação entre pressão inspiratória máxima, ventilação pulmonar e tempo de ventilação em pacientes ventilados no modo de pressão de suporte. *ConScientiae* 2008; 7(3); 379-84
25. GUIMARÃES FS; ALVES FF; CONSTANTINO SS; DIAS CM; MENEZES SLS. Avaliação da pressão inspiratória máxima em pacientes críticos não cooperativos: comparação entre dois métodos. *Rev. Bras de Fisiot.* 2007; 11(3); 233-238.
26. FILHO GRP, REIS HFC, ALMEIDA ML, ANDRADE WS, ROCHA RLS, LEITE PA. Comparação e efeitos de dois diferentes tempos de oclusão da via aérea durante a mensuração da pressão inspiratória máxima em pacientes neurológicos na unidade de terapia intensiva de pacientes adultos. *Rev. bras. ter. intensiva* 2010; 22(1); 33-39.
27. TOBIN MJ, LAGHI F, WALSH JM. Monitoring of respiratory neuromuscular function. In: Tobin MJ, editor. *Principles and practice of mechanical ventilation*. 1a edição New York: McGraw-Hill; 1994. P. 945-966.
28. OLIVEIRA LRC, JOSÉ A, DIAS ECP, RUGGERO C, MOLINARI CV, CHIAVONE PA. Padronização do Desmame da Ventilação Mecânica em Unidade de Terapia Intensiva: Resultados após Um Ano. *RBTI*, 18(2), 2006. 131-136.
29. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 518-624.
30. LAGHI F. Assessment of respiratory output in mechanically ventilated patients. *Respir Care Clin* 2005; 11: 173-199.
31. TOBIN MJ, GARDNER WN. Monitoring of the control of breathing. In: Tobin MJ editor. *Principles and practice of intensive care monitoring*. New York: McGraw-Hill; 1998. p. 415-464.
32. MOOSAVI SH, GOLESTANIAN E, BRINKS AP, LANSING RW, BROWN R, BANZETT RB. Hypoxic and hypercapnic drives to breath generate equivalent levels of air hunger in humans. *J Appl Physiol* 2003; 94: 141-154.
33. Guyton. *Fisiologia humana*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan; 6ª edição. P. 351 – 368.
34. MÉRIDA A, NAVARRETE I, RUIZ M, COLMENERO M. Técnicas de interrupción Del apoyo ventilatorio. En: Net A, Benito S. Editora: Ventilación mecánica. Springer-Verlag Ibérica 1998: 187-202.
35. FERNANDEZ R, CABRERA J, CALAF N, BENITO S. P 0.1/Pi Max: na index assessing respiratory capacity in acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 1990; 16: 175-179.
36. MEADE M, GUYATT G, COOK D, GRIFFITH L, SINUFF T, KERGL C, MANCEBO J, ESTEBAN A, EPSTEIN S. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest* 2001; 120: 400S-424S.
37. CONTI G. A prospective, blinded evaluation of indexes proposed to predict weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2004; 30(5): 830-836.
38. GANDIA F, BLANCO J. Evaluation of indexes predicting the outcome of ventilator weaning and value of adding supplemental inspiratory load. *Intensive Care Med* 1992; 18: 327-333.
39. CAPDEVILA XJ, PERRIGAULT PF, PEREY PJ, ROUSTAN JPA, D'ATHIS F. Occlusion pressure and its ratio to maximum inspiratory pressure are useful predictors for successful extubation following T-piece weaning trial. *Chest* 1995; 108: 482-489.
40. LAGHI F, TOBIN MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 10-48.
41. WEINER P, WAIZMAN J, WEINER M, RABNER M, MAGADLE R, ZAMIR D. Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax*. 1998; 53(1): 39 - 42.
42. O'BRIEN PE, DIXON JB. The extent of the pro-

blem of obesity. *Am J Surg.* 2002; 184(6B): 4 - 8.

43. SIMONEAU JA, VEERKAMP JH, TURCOTTE LP, KELLEY DE. Markers of capacity to utilize fatty acids in human skeletal muscle: relation to insulin resistance and obesity and effects of weight loss. *FASEB J* 1999; 13(14): 2051 - 60.

44. HULENS M, VANSANT G, LYSSENS R, CLAESSENS AL, MULS E, BRUMAGNE S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach. *Int J Obes Metab Disord* 2001; 25(5): 676 - 81.

45. TANNER CJ, BARAKAT HA, DOHM GL, PORIES WJ, MACDONALD KG, CUNNINGHAM PR, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002; 282(6): 1191 - 6.

46. JARDIM JRB, FELTRIM MIZ. Fisiologia muscular respiratória. Em: Auler Júnior JOC e Amaral RVG. *Assistência ventilatória mecânica. Primeira edição.* São Paulo: Atheneu; 1995. p. 25 – 40.

47. CHANG AT, BOOTS RJ, BROWN MG, PARATZ J, HODGES PW. Reduced inspiratory muscle endurance following successful weaning from prolonged mechanical ventilation. *Chest* 2005; 128: 553 – 559.

48. DE JONGHE B, BASTUJI-GARINS S, DURAND MC, MALISSIN I, RODRIGUES P, CERF C, OUTIN H, SHARSHAR T; Groupe de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Réanimation. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med* 2007; 35(9): 2007-15.

49. HESS D. Ventilator modes used in weaning. *Chest* 2001; 120: 474 -76.

50. SMINA M, SALAM A, KHAMIEES M, GADA P, AMOATENG-ADJEPONG Y, MANTHOUS CA. Cough peak flows and extubations outcomes. *Chest* 2003; 124: 262-68.

51. YANG KL, TOBIN MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991; 324: 1445-1450.

52. SAHN SA, LAKSHMINARAYAN S. Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest* 1973; 63: 1002-1005.

53. SAHN AS, LAKSHMINARAYAN S. Bedside cri-

teria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest* 1973;63:1002-5

54. GOLDWASSER R, FARIAS A, FREITAS EE, SADDY F, AMADO V, OKAMOTO V. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol* 2007; 33(2): 128-136.

55. SILVA BAK, SOUZA JKD, PEREIRA DM, AYDOS RD, CARVALHO P, REIS FA. Correlação entre pressão inspiratória máxima, ventilação pulmonar e tempo de ventilação em pacientes ventilados no modo de pressão de suporte. *ConScientiae* 2008; 7(3): 379-84.

56. MARINI JJ, SMITH TC, LAMB V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: the measurement of maximal inspiratory pressure. *J Crit Care* 1986; 1: 32-8.

57. MENDONÇA AA, VENDRAME LS, GRAVA S. Complicações da ventilação mecânica. In: Sarmiento GJV: *Fisioterapia respiratória no paciente crítico – rotinas clínicas.* Barueri - SP: Manole. 2005; 46: 560-1.

58. NEMER SN, BARBAS CS, CALDEIRA JB, GUIMARÃES B, AZEREDO LM, GAGO R, SOUZA PC. Evaluation of maximal inspiratory pressure, tracheal airway occlusion pressure, and its ratio in the weaning outcome. *J Crit Care* 2009; 24(3): 441-6.

¹Fisioterapeuta do Hospital Casa de Portugal, Pós Graduada e Mestranda pela Sociedade Brasileira de Terapia Intensiva; jessicarcouto@hotmail.com

²Fisioterapeuta do Hospital Estadual Getúlio Vargas e Docente do Curso de Fisioterapia Intensiva no Instituto de Fisioterapia Intensiva – RJ; drvinciuscoca@ibest.com.br

³Fisioterapeuta da Unidade Coronariana do Hospital Municipal Miguel Couto, Docente do Curso de Fisioterapia Intensiva no Instituto de Fisioterapia Intensiva – RJ e Docente da Universidade Estácio de Sá; rogerultra@hotmail.com