

**Artigo original****Critérios associados ao sucesso e insucesso do desmame da ventilação mecânica*****Features associated to success or failure of weaning from mechanical ventilation***

Juliana El-Hage Meyer de Barros Gulini, Ft.\*, Nayala Lírio Gomes Gazola, Ft.\*\*, Kelly Catellan Bonorino, Ft. M.Sc.\*\*\*, Carla Tortelli Brascher\*\*\*\*

.....  
\*Doutoranda do PEN/UFSC, Membro do GEASS, \*\*Doutoranda do PEN/UFSC, Membro do GIATE, \*\*\*UDESC, \*\*\*\*UNISUL

**Resumo**

*Introdução:* Desmame é o processo de transição da ventilação artificial para a espontânea nos pacientes em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 24 h. *Objetivo:* Descrever os critérios clínicos, preditivos e fisiológicos associados com o sucesso e insucesso do desmame da ventilação mecânica invasiva. *Método:* Estudo descritivo retrospectivo, com análise de 53 prontuários de pacientes que realizaram o processo de desmame da ventilação mecânica, divididos em grupos sucesso (43) e insucesso (10). *Resultados:* Critérios clínicos (9%/60% sem reversão causa, 9%/60% sem neurológico adequado, 42%/20% BH+); critérios fisiológicos (pH 7,4/7,4, PCO<sub>2</sub> 39,9/33,1, BIC 19,4/18,6, PaO<sub>2</sub> 117,9/132,4, FiO<sub>2</sub> 0,4/0,4, PEEP 6,6/6, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 303,4/339), critérios preditivos (VC 526,3/584, FR 18/18,4), modalidade desmame Tubo T (21%/50%) PS (79%/50%), tempo em ventilação mecânica em horas (167,1/218,4). Os dados são expressos em grupo sucesso/insucesso respectivamente. *Conclusão:* Apesar de serem preenchidos os critérios clínicos, fisiológicos e preditivos, os pacientes podem evoluir com insucesso do desmame e necessitarem de reintubação, ou seja, os critérios para predizer o desmame são pontos relevantes para serem considerados antes da extubação, porém a avaliação clínica a beira do leito do paciente também deve ser analisada.

**Palavras-chave:** desmame do respirador, respiração artificial, critérios preditivos.

**Abstract**

*Introduction:* Weaning is the process of transition to spontaneous ventilation in patients undergoing invasive mechanical ventilation for more than 24 h. *Objective:* To describe the clinical, physiological and predictive criteria associated with success and failure of weaning from mechanical ventilation. *Methods:* Retrospective descriptive study, with analysis of records of 53 patients who underwent the process of weaning from mechanical ventilation and divided into groups success (43) and failure (10). *Results:* Clinical criteria (9%/60% without reversal concerned, 9%/60% without appropriate neurological, 42%/20% BH+); physiological criteria (pH 7.4/7.4, pCO<sub>2</sub> 39.9/33.1, BIC 19.4/18.6, PaO<sub>2</sub> 117.9/132.4, FiO<sub>2</sub> 0.4/0.4, PEEP 6.6/6, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 303.4/339), predictive criteria (VC 526.3/584, FR 18/18.4), T tube weaning method (21%/50%) PS (79%/50%), time on mechanical ventilation in hours (167.1/218.4). Data are expressed as group success/failure respectively. *Conclusion:* Although they fulfill clinical, physiological and predictive criteria, patients may fail the weaning trial and need for reintubation, in other words, the criteria to predict weaning are important points to be considered before extubation, but the patient's clinical bedside evaluation should also be considered.

**Key-words:** ventilator weaning, artificial respiration, predictive index.

Recebido em 14 de março de 2012; aceito em 19 de julho de 2012.

**Endereço para correspondência:** Juliana El Hage Meyer de Barros Gulini, Rua Desembargador Pedro Silva, 1952/206, torre 06, 88080-700 Florianópolis SC, E-mail: julianagulini@ibest.com.br

## Introdução

O termo desmame refere-se ao processo de transição da ventilação artificial para a espontânea nos pacientes que permanecem em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 24 h [1]. O desmame da ventilação mecânica (VM), geralmente, é bem sucedido para a maioria dos pacientes, entretanto, para 20% desses, há falha na primeira tentativa [2]. Esse processo ocupa mais de 40% do tempo total da ventilação mecânica, e esse percentual pode ainda variar dependendo da etiologia da insuficiência respiratória [1].

A duração da ventilação está associada ao aumento de incidência de complicações como pneumonia associada à ventilação mecânica [2], disfunção diafragmática induzida pela VM [3], polineuropatia do paciente crítico [4], aumento de mortalidade e tempo de internação [2]. Por outro lado uma retirada prematura do suporte ventilatório poderá acarretar em reintubação e aumento de mortalidade [2,5].

Dessa maneira, é importante estabelecer estratégias visando reduzir o tempo de VM, simplificar o desmame sem que haja risco de reintubação [2,3]. Alguns critérios são utilizados para avaliar se o paciente tem condições para iniciar o desmame. Geralmente são utilizadas combinações de critérios. Esses não estão claramente definidos e variam entre os estudos [3,5].

Para se considerar o início do processo de desmame é necessário que a doença que causou ou contribuiu para a descompensação respiratória encontre-se em resolução, ou já resolvida. O paciente deve apresentar-se com estabilidade hemodinâmica, expressa por boa perfusão tecidual, independência de vasopressores (doses baixas e estáveis são toleráveis) e ausência de insuficiência coronariana descompensada ou arritmias com repercussão hemodinâmica. Além disto, deverá ter adequada troca gasosa ( $\text{PaO}_2 \geq 60$  mmHg com  $\text{FIO}_2 \leq 0,4$  e  $\text{PEEP} \leq 5$  a 8 cmH<sub>2</sub>O) e ser capaz de iniciar os esforços inspiratórios [1]. Preenchendo esses critérios, é recomendado que o teste de respiração espontânea (TRE) seja realizado [6]. Pacientes que toleram o TRE devem ser avaliados quanto à patência e à capacidade de proteção das vias aéreas antes de decidir pela extubação [1]. O acúmulo de secreção e a incapacidade de eliminar, assim como o rebaixamento do nível neurológico são fatores importantes para o insucesso da extubação traqueal [7].

Os índices fisiológicos preditivos de desmame pouco auxiliam na decisão de iniciar ou não períodos de respiração espontânea, ou na redução da taxa de suporte ventilatório. A relação frequência respiratória/volume corrente ( $f/V_T$  – índice de respiração rápida superficial) parece ser a mais acurada. Existem mais de 50 índices descritos, e apenas alguns auxiliam significativamente, com mudanças em relação à tomada de decisões clínicas quanto à probabilidade de sucesso ou fracasso de desmame [1,2,5]. Autores relatam que os parâmetros de desmame podem ser úteis, principalmente em situações nas quais o processo de decisão do desmame é difícil [8].

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi descrever os critérios clínicos, preditivos e fisiológicos associados com o sucesso e insucesso do desmame da ventilação mecânica invasiva dos pacientes entubados em uma UTI de um Hospital Universitário do Sul do Brasil.

## Material e métodos

Este trabalho caracterizou-se por ser um estudo descritivo retrospectivo. A amostra foi composta de 53 prontuários dos pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) de um Hospital Universitário do Sul do Brasil que realizaram o processo de desmame da ventilação mecânica no período de março de 2010 a março de 2011. Os prontuários foram divididos em dois grupos: os prontuários dos pacientes que apresentaram sucesso no desmame da ventilação mecânica e os prontuários dos que apresentaram insucesso no desmame da ventilação mecânica. Destes 53 prontuários, 29 (54,7%) pacientes eram do sexo masculino e 24 (45,3%) do sexo feminino. A média de idade do grupo sucesso foi de 49,3 anos e do grupo insucesso 56,9 anos.

Os critérios de inclusão desta pesquisa foram os prontuários dos pacientes com idade superior a 18 anos, intubados em ventilação mecânica na UTI do Hospital Universitário (HU) por um período maior que 24 horas e submetidos ao processo de desmame da ventilação mecânica. Como critério de exclusão foi definido os prontuários de pacientes com período menor que 24 horas em ventilação mecânica e prontuários dos pacientes com dados insuficientes, ou não encontrados para participar da amostra da pesquisa.

Definiu-se sucesso do desmame a manutenção da ventilação espontânea durante pelo menos 48 h após a interrupção da ventilação artificial. Considerou-se insucesso (pois é o termo que se está utilizando) do desmame, se o retorno à ventilação artificial for necessário neste período, conforme o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica.

Após a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (no. 07.226.4.08.III), foram adotados os seguintes procedimentos: seleção das fichas de Desmame da Ventilação Mecânica realizados na UTI do HU; solicitação dos prontuários dos pacientes ao SAME do HU; investigação dos critérios de inclusão para a análise dos prontuários; análise das fichas de desmame; coleta de dados em ficha controle.

As variáveis analisadas nesta pesquisa foram os critérios clínicos para o desmame como (reversão da causa da intubação orotraqueal, estabilidade hemodinâmica, escala de sedação de Ramsay e balanço hídrico); os critérios fisiológicos como análise gasométrica (pH,  $\text{PaCO}_2$ , Bic), análise da troca gasosa ( $\text{PaO}_2$ ,  $\text{FiO}_2$ , PEEP,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ); os critérios preditivos (VC e Fr); as modalidades de desmame; o tempo de ventilação mecânica; e o sucesso e insucesso da ventilação mecânica.

Após a coleta de dados, os resultados foram armazenados no programa Microsoft Excel, tabulados, e então analisados

através do uso da estatística descritiva, com cálculo de medidas de tendência central e de dispersão utilizando média e desvio padrão além da construção e interpretação dos gráficos.

## Resultados

Dos 53 prontuários analisados, 43 (81,1%) pacientes apresentaram sucesso no desmame e 10 (18,9%) pacientes obtiveram insucesso. Quanto ao índice de sucesso ou insucesso no desmame, uma breve revisão na literatura mostra flutuações consideráveis situando os números de insucesso entre 11% a 44% dos pacientes internados em unidade de terapia intensiva [2,5,6].

### Critérios clínicos para o desmame

A Tabela I demonstra os critérios clínicos para o desmame encontrados neste estudo, em que no grupo sucesso 9% dos pacientes não apresentavam reversão da causa que os levou para a ventilação mecânica, 9% não apresentavam valores da escala de sedação de Ramsay acima de 2 e 42% apresentaram balanço hídrico positivo. Desta forma, este grupo apresentou uma pequena porcentagem de pacientes que ainda não tinham critério para o desmame, mas foram extubados e evoluíram com sucesso no desmame da VM.

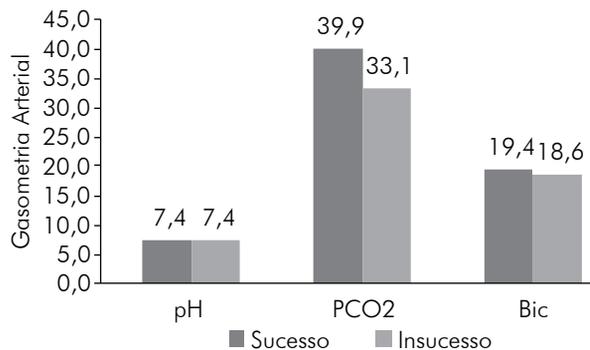
No grupo insucesso 60% não apresentavam reversão da causa que os levou para a ventilação mecânica; 60% não apresentavam valores da escala de sedação de Ramsay acima de 2 e 20% estavam com balanço hídrico positivo.

Quanto à variável estabilidade hemodinâmica, tanto o grupo sucesso quanto o grupo insucesso preencheram este critério.

### Critérios fisiológicos para o desmame

Quanto à gasometria arterial, a média pH dos prontuários analisados tanto do grupo sucesso quanto do grupo insucesso foi de  $7,4 \pm 0,1$ . A média de  $PCO_2$  observada nos prontuários dos pacientes do grupo sucesso foi de  $39,9 \pm 7,9$  e no grupo insucesso foi de  $33,1 \pm 3,5$ . Quanto ao Bicarbonato (BIC), o grupo dos prontuários dos pacientes que obtiveram sucesso no desmame apresentou valor de  $19,4 \pm 9,49$  e no grupo insucesso apresentou valor de BIC igual a  $18,6 \pm 6,8$ .

**Figura 1** - Análise da gasometria dos pacientes submetidos ao desmame da VM.



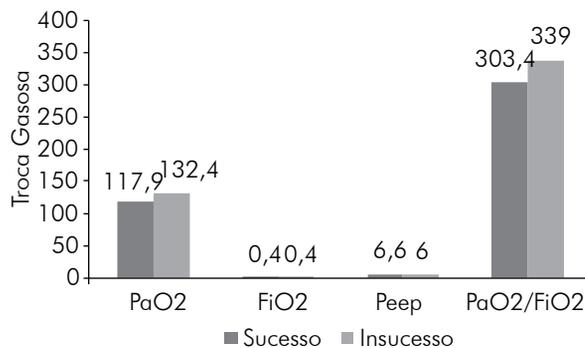
Quanto à troca gasosa, a média da  $PaO_2$  analisada nos prontuários dos pacientes submetidos ao processo de desmame, foi verificado que o grupo sucesso apresentou valores de  $PaO_2$  de  $117,9 \pm 29,22$  e o grupo insucesso apresentou valores de  $132,4 \pm 25,4$ .

A média da  $FiO_2$  que estava sendo ofertada no momento do TRE tanto para o grupo sucesso quanto para o grupo insucesso foi de 0,4 ou 40%  $\pm 0,04$ .

A média da PEEP (pressão positiva expiratória final) utilizada no momento do TRE dos pacientes analisados do grupo sucesso foi de  $6,6 \pm 1,1$  e do grupo insucesso foi de  $6 \pm 0,4$ .

A média do índice de injúria pulmonar ( $PaO_2/FiO_2$ ) foi de  $303,4 \pm 78,7$  para os pacientes do grupo sucesso e de  $339 \pm 69$  para os pacientes do grupo insucesso.

**Figura 2** - Análise da troca gasosa dos pacientes submetidos ao desmame da VM.



Neste estudo, não foi observado associação desses índices fisiológicos com o sucesso e insucesso da amostra estudada. As médias estudadas permaneceram dentro do proposto

**Tabela I** - Critérios clínicos dos pacientes submetidos ao desmame da ventilação mecânica.

Critérios Clínicos	Grupo Sucesso				Grupo Insucesso			
	SIM	%	NÃO	%	SIM	%	NÃO	%
Reversão da Causa	39	91%	4	9%	4	40%	6	60%
Estabilidade Hemodinâmica	43	100%	0	0	10	100%	0	0
Ramsay 2	39	91%	4	9%	4	40%	6	60%
Balanço Hídrico positivo	25	58%	18	42%	8	80%	2	20%

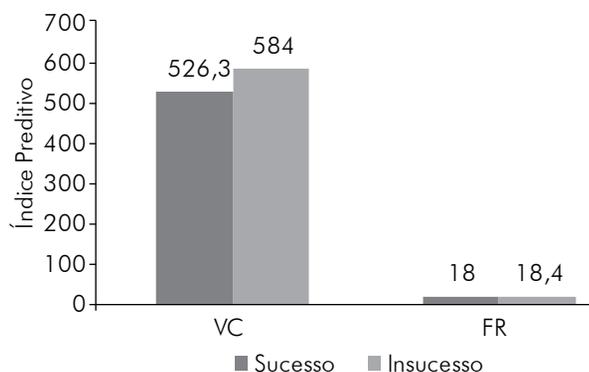
como critério de desmame, tanto no grupo sucesso como no grupo insucesso.

### Critérios preditivos para o desmame

Em relação ao volume corrente pode se verificar nos prontuários dos pacientes do grupo sucesso uma média de  $526,3 \pm 109,8$  e no grupo insucesso uma média de  $584 \pm 140,8$ .

A média da frequência respiratória apresentada pelos pacientes do grupo sucesso foi de  $18 \pm 3,9$  e do grupo insucesso foi de  $18,4 \pm 4,5$ .

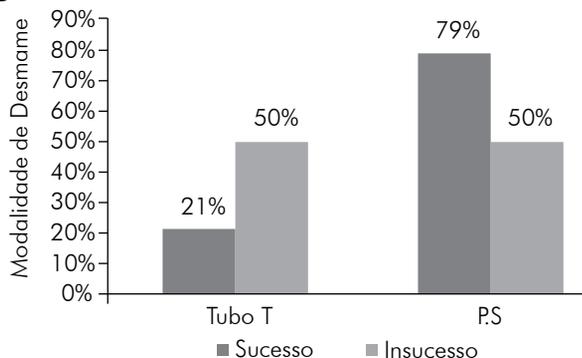
**Figura 3** - Índices preditivos para o desmame da ventilação mecânica.



### Modalidade de desmame

Verificou-se no grupo que obteve sucesso no desmame que 9 (21%) utilizaram o Tubo T e 34 (79%) dos pacientes utilizaram a Pressão de Suporte. Já no grupo insucesso 5 (50%) pacientes utilizaram o Tubo T e 5 (50%) utilizaram a Pressão de Suporte (PS) como forma de desmame. Nos pacientes que utilizaram Pressão de Suporte a média dos valores utilizados no grupo sucesso foi de  $13,8 \pm 3,59$  e no grupo insucesso foi de  $11,2 \pm 1,44$  (Figura 4).

**Figura 4** - Modalidade de desmame.



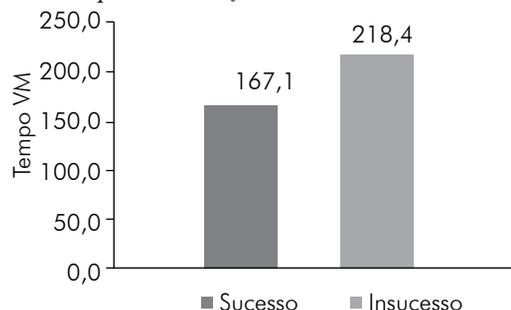
### Tempo em ventilação mecânica

Os pacientes que evoluíram com sucesso no processo de desmame da ventilação mecânica apresentaram uma média

de  $167,1 \pm 104,7$  horas em ventilação mecânica, o grupo que obteve insucesso no desmame permaneceu em média  $218,4 \pm 142,6$  horas em ventilação mecânica.

Observa-se que os pacientes do grupo insucesso foram os que permaneceram um tempo maior em ventilação mecânica (Figura 5)

**Figura 5** - Tempo em ventilação mecânica.



### Sucesso e insucesso do desmame da ventilação mecânica

Dos cinquenta e três prontuários analisados, 43 eram do grupo sucesso, e destes, 18 pacientes, ou seja, 42% utilizaram ventilação não-invasiva na tentativa de evitar que o paciente retornasse para a ventilação mecânica e 25 (58%) não necessitaram deste recurso.

Observou-se que os 10 pacientes que falharam no processo de extubação apresentaram como causa: broncoaspiração (10%), congestão pulmonar (10%), edema de glote (10%), diminuição do nível de consciência (30%) e aumento do trabalho ventilatório (40%), necessitando assim de reintubação orotraqueal.

### Discussão

Em relação aos critérios clínicos para o desmame da ventilação mecânica a avaliação clínica isolada não prediz de forma acurada o resultado do desmame da ventilação mecânica [9]. Além disso, não inclui a análise da mecânica respiratória, da demanda ventilatória e da força muscular respiratória, que são critérios importantes, sobretudo, quando avaliados em conjunto [8]. Quanto aos resultados encontrados na pesquisa, os pacientes não apresentaram critérios clínicos satisfatórios para o desmame da ventilação mecânica.

Em relação aos indicadores fisiológicos, como a gasometria e a troca gasosa, a monitorização baseada apenas nos gases arteriais e na avaliação das trocas gasosas tem sido alvo de diversas críticas.

Dos resultados encontrados nesta pesquisa, nota-se que pela análise gasométrica obtida dos prontuários dos pacientes submetidos ao desmame da ventilação mecânica, tanto o grupo sucesso, quanto o grupo insucesso apresentaram uma leve tendência a uma acidose metabólica compensada, o que pode sugerir que

estes pacientes estavam em processo de resolução de suas doenças. Entretanto tanto o grupo sucesso quanto o grupo insucesso apresentaram critérios positivos quanto à análise gasométrica para o desmame da ventilação mecânica para a amostra deste estudo.

A gasometria arterial e os índices de oxigenação, por si só, não permitem o entendimento da fisiopatologia do processo envolvido. De acordo com alguns estudos pode-se observar que há variações nos valores de  $\text{PaO}_2$  e  $\text{FiO}_2$  que são considerados para o desmame da ventilação mecânica. Assim como o nível de  $\text{Ph}$  e  $\text{PaCO}_2$  [10-13].

A relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  referência para a avaliação da oxigenação em pacientes com lesão pulmonar aguda e síndrome da angústia respiratória aguda, não apresenta boa acurácia para o desmame da ventilação mecânica, além de apresentar uma grande variação nos valores que predizem o sucesso (valores > 150-200) [14].

Para esta pesquisa, percebe-se que tanto os pacientes do grupo sucesso quanto do insucesso apresentaram uma adequada troca gasosa no momento do processo de desmame da ventilação mecânica, sendo assim, preencheram os critérios aceitáveis de troca gasosa para um desmame.

Quanto aos índices preditivos encontrados no III Consenso de Ventilação Mecânica, o  $\text{VC} < 5\text{ml/kg}$  e  $\text{FR} > 35$ , podem estar relacionados com o fracasso do desmame [1]. Porém, nesta pesquisa, os indivíduos tanto do grupo sucesso como do grupo insucesso apresentaram valores ditos adequados para o desmame da VM.

De acordo com os dados encontrados, percebe-se que a média dos valores do VC e da FR que os pacientes apresentaram nas últimas medidas coletadas ainda no ventilador mecânico, é que tanto o grupo sucesso quanto o insucesso apresentaram valores dentro da faixa da normalidade para ambas as medidas. Nota-se que os valores tanto de VC como de FR, parecem não ter sido associados ao sucesso ou ao insucesso no desmame da ventilação mecânica.

Um dos índices preditivos mais acurados para o desmame da ventilação mecânica é o índice de respiração rápida e superficial (IRRS), que se baseia na relação  $\text{FR}/\text{VC}$  [15]. Porém, nesta pesquisa não foi possível obter este índice por ser um estudo retrospectivo e nesta UTI não há rotina de uso de índices preditivos de desmame, como o IRRS, sendo assim, utilizou-se separadamente os valores obtidos da FR e do VC.

A utilização de parâmetros respiratórios tradicionais como a pressão inspiratória máxima, o volume corrente, e a frequência respiratória tem demonstrado ter o valor preditivo pobre para determinar os resultados do desmame da ventilação mecânica [16,17]. Parâmetros mais novos, por exemplo, a relação da frequência respiratória e do volume corrente (IRRS), parecem ter um melhor valor preditivo [15,18]. Alguns índices integrados, como o índice integrativo de desmame, que leva em consideração complacência, saturação e relação entre FR e VC, têm mostrado alta acurácia [18].

Num estudo realizado por Monaco *et al.* o VC, FR, volume minuto e  $\text{FR}/\text{VC}$  foram índices pobres em predizer o

sucesso do desmame em 73 pacientes que necessitaram ventilação mecânica por mais de 24 h [17]. Outro trabalho que avaliou vários índices, entre eles o VC, demonstrou que este não foi capaz de prever o desfecho do desmame da ventilação mecânica [19]. O melhor critério preditivo do resultado do desmame, atualmente, é a avaliação da capacidade respiratória durante o teste de respiração espontânea [2,5,6,16]. O desenvolvimento da taquipneia, esforço respiratório, hipoxemia, taquicardia, indicam que o paciente não está apto para ser interrompido da sustentação ventilatória mecânica [5,6].

Quanto à modalidade de desmame utilizada, os estudos demonstram não haver uma superioridade absoluta de uma modalidade de desmame sobre outra especialmente quando comparadas Tubo em T versus Pressão de Suporte [1,2,5,6,9].

Em relação ao tempo de permanência na ventilação mecânica, os pacientes submetidos à ventilação mecânica prolongada desenvolvem atrofia muscular respiratória por desuso e conseqüentemente aumentam o tempo de desmame da ventilação mecânica [3,20].

A ventilação mecânica durante um período prolongado é o principal fator de risco para a pneumonia nosocomial e pode ser uma conseqüência de persistente falha no desmame, como também está associada com aumento da morbidade e mortalidade hospitalar, e aumento nos custos de internação [2,5,6].

Quanto ao sucesso e insucesso no desmame da ventilação mecânica, geralmente a falha no desmame da ventilação mecânica ocorre por um desequilíbrio entre bomba muscular respiratória e a carga muscular respiratória. Na maioria dos casos a falha do desmame é multifatorial [21]. Algumas causas de falha são: alteração da mecânica respiratória, por resistência alta ou complacência baixa, congestão pulmonar, aumento de demanda de oxigênio, atrofia muscular por inatividade, polineuromiopia do paciente crítico, distúrbios hidroeletrólíticos, entre outros [9].

A falha no desmame da ventilação mecânica é definida como a intolerância ao TRE, e a falha de extubação é a intolerância à extubação. No entanto, para ser diagnosticada, a falha de extubação necessita de evidência de algum comprometimento relacionado às vias aéreas superiores, revelando a dependência do tubo orotraqueal [22].

Estudos ressaltam que pacientes com diagnóstico de ICC, DPOC e aqueles que falharam em alguma tentativa de desmame se beneficiam da ventilação não invasiva após a extubação. A ventilação não-invasiva é eficaz para diminuir o período de tempo da ventilação invasiva nos pacientes com falha persistente do processo de desmame, como também diminui o risco de adquirir infecções nosocomiais, reduz o índice de mortalidade e taxas de morbidades, dentre outros parâmetros do resultado de longas estadias na UTI e no ambiente hospitalar [23-25].

Como limitações encontradas nesta pesquisa pode-se destacar a escassez de informações nos prontuários analisados, dados das fichas dos protocolos de desmame da ventilação mecânica incompletos e prontuários não encontrados.

## Conclusão

Após a análise dos resultados pode-se observar que apenas os critérios clínicos não preencheram condições satisfatórias para o desmame, principalmente para o grupo dos pacientes com insucesso no que diz respeito a reversão da causa que os levou a ventilação mecânica, melhora do nível neurológico e balanço hídrico positivo. Entretanto, também foi verificado que uma minoria dos pacientes do grupo sucesso não apresentava os critérios clínicos satisfatórios, porém evoluíram positivamente após a extubação.

Contudo, de uma maneira geral, os dados encontrados neste estudo estavam dentro de condições aceitáveis para o desmame tanto para o grupo sucesso quanto insucesso, mostrando que apesar de serem preenchidos os critérios clínicos, fisiológicos e preditivos os pacientes podem evoluir com insucesso do desmame e necessitar de reintubação, ou seja, os critérios para prever o desmame são pontos relevantes para serem considerados antes da extubação, porém a avaliação clínica à beira do leito do paciente também deve ser analisada, e de acordo com o somatório das avaliações tomar uma decisão.

Por fim, faz-se necessário para otimizar este processo a implementação de protocolos de desmame que poderiam contribuir para o sucesso pós-extubação e a instituição de ventilação mecânica não invasiva precocemente conforme preconizado pela literatura atual.

## Referências

1. III Consenso de Ventilação Mecânica. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol* 2007;33(Supl 2):S128-S136.
2. Eskandar N, Apostolakis MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Clin* 2007;23(2):263-74.
3. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med* 2008;358(13):1327-35.
4. Zamora VE, Joia AI, Silva KM. Impacto da polineuromiopia do paciente crítico no desmame da ventilação mecânica. *Fisioter Bras* 2010;11(1):54-64.
5. Epstein S K. Weaning from mechanical support. *Curr Opin Crit Care* 2009;15:36-43.
6. Boles JM, Bion J, Cormors A, Herridge M, Marsh B, Melot C et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007;29(5):1033-56.
7. Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, Epstein SK, Arabi Y, Apezteguia C, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest* 2006;130(6):1664-71.
8. Nemer SJ, Barbas CSV. Parâmetros preditivos para desmame da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol* 2011;37(5):669-79.
9. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilator 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(6 Suppl):375S-95S.
10. Blackwood B, Alderdice F, Burns K, Cardwell C, Lavery G, O'Halloran P. Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2011;342:c7237.
11. Navalesi P, Frigerio P, Moretti MP, Sommariva M, Vesconi S, Baiardi P, et al. Rate of reintubation in mechanically ventilated neurosurgical and neurologic patients: evaluation of a systematic approach to weaning and extubation. *Crit Care Med* 2008;36:2986-92.
12. Rose L, Presneill JJ, Johnston L, Cade JF. A randomized, controlled trial of conventional versus automated weaning from mechanical ventilation using SmartCare TM/PS. *Intensive Care Med* 2008;34:1788-95.
13. Stahl C, Dahmen G, Ziegler A, Muhl E. Protocolised automated versus non-protocolised physician-directed weaning from mechanical ventilation: a controlled clinical trial. *Intensivmed Prax* 2009;46:441-6.
14. Koch RL. Therapist driven protocols: a look back and moving into the future. *Crit Care Clin* 2007;23(2):149-59.
15. Tobin MJ, Alex CG. Discontinuation of mechanical ventilation. In: Tobin MJ. Principles and practice of mechanical ventilation. New York: McGraw Hill; 2006. p. 1185-220.
16. Imad B, Pierre BK, Ghassan K, Chakib A, El-Khatib ME. Weaning from mechanical ventilation. *Curr Opin Anesthesiol* 2012;25:42-7.
17. Monaco F, Drummond GB, Ramsay P. Do simple ventilation and gas exchange measurements predict early successful weaning from respiratory support in unselected general intensive care patients? *Br J Anaesth* 2010;105:326-33.
18. Nemer SN, Barbas CN, Caldeira JB, Cárias TC, Santos RG, Almeida LC, et al. A new integrative weaning index of discontinuation from mechanical ventilation. *Crit Care* 2009;13(5):R152.
19. Carlucci A, Ceriana P, Primianakis G, Fanfolla F, Colombo R, Nava S. Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. *Crit Care* 2009;13(3):R97.
20. Powers SK, Kavazis AN, Levine S. Prolonged mechanical ventilation alters diaphragmatic structure and function. *Crit Care Med* 2009;37(10 Suppl):S347-53.
21. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society for critically ill patients. *Intensive Care Med* 2008;34(7):1188-99.
22. Epstein SK. Decision to extubate. *Intensive Care Med* 2002;28(5):535-46.
23. Nava S, Gregoretto C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 2005;33(11):2465-70.
24. Burns KEA, Adhikari NKJ, Keenan SP, Meade MO. Noninvasive positive pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2010:CD004127.
25. Girault C, Bubenheim M, Abroug F, Elatrous S, Beuret P, Richecoeur J, et al. Noninvasive ventilation and weaning in chronic hypercapnic respiratory failure patients: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;184(6):672-9.