

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:  
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

Priscila Albrecht dos Santos

**ASSOCIAÇÃO ENTRE BALANÇO HÍDRICO 48 HORAS PÓS-  
EXTUBAÇÃO E FALHA DE EXTUBAÇÃO:  
um estudo de coorte prospectivo**

Porto Alegre (RS)

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:  
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

Priscila Albrecht dos Santos

**ASSOCIAÇÃO ENTRE BALANÇO HÍDRICO 48 HORAS PÓS-  
EXTUBAÇÃO E FALHA DE EXTUBAÇÃO:  
um estudo de coorte prospectivo**

Dissertação submetida como requisito para obtenção do grau de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Manozzo Boniatti

Porto Alegre (RS)

Fevereiro de 2020

Priscila Albrecht dos Santos

**ASSOCIAÇÃO ENTRE BALANÇO HÍDRICO 48 HORAS PÓS-  
EXTUBAÇÃO E FALHA DE EXTUBAÇÃO:  
um estudo de coorte prospectivo**

Dissertação submetida como requisito para obtenção do grau de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Márcio Manozzo Boniatti

---

Dr. Luiz Alberto Forgiarini Junior

---

Dra. Roselaine Pinheiro de Oliveira

---

Dra. Silvia Regina Rios Vieira

CIP - Catalogação na Publicação

Santos, Priscila Albrecht dos  
ASSOCIAÇÃO ENTRE BALANÇO HÍDRICO 48 HORAS  
PÓS-EXTUBAÇÃO E FALHA DE EXTUBAÇÃO: UM ESTUDO DE  
COORTE PROSPECTIVO / Priscila Albrecht dos Santos. --  
2020.  
38 f.  
Orientador: Marcio Manozzo Boniatti.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de  
Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e  
Ciências Cardiovasculares, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Desmame do respirador. 2. Ventilação mecânica.  
3. Equilíbrio hidroeletrólítico. 4. Unidade de Terapia  
Intensiva. I. Boniatti, Marcio Manozzo, orient. II.  
Titulo.

*Dedico este trabalho ao meu filho Valentin,  
razão da minha vida, fonte de força  
e inspiração para seguir em frente.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar ao meu lado em todos os momentos e por iluminar minha trajetória. Foi onde encontrei forças para não desistir.

Aos meus pais Moisés e Sirlei, a quem devo tudo o que sou. Pelo amor incondicional, exemplos de vida, incentivo, por tornarem os meus sonhos os seus e por entenderem minha ausência. Merecedores de todo meu esforço para enchê-los de orgulho.

Ao meu filho Valentim, que me acompanhou nesta caminhada ainda durante a gestação e que, mesmo tão pequeno, suportou minha ausência.

Ao meu noivo Bruno, por todo o amor, carinho, compreensão e apoio em cada passo desta dissertação.

A professora Dra. Clarissa Netto Blattner, pelo incentivo no início desta caminhada.

Ao meu orientador, Márcio, pela oportunidade a mim confiada, pela compreensão, paciência e por acreditar desde o início na realização deste projeto.

Ao serviço de Fisioterapia do Hospital São Lucas da PUCRS, em especial aos colegas e amigos Alexandre Ribas e Thiele Cabral, que foram meu braço direito neste trabalho.

A equipe da Unidade de Terapia Intensiva Adulto (Área II) do Hospital São Lucas da PUCRS, meu segundo lar, pela colaboração e parceria na realização deste projeto.

Aos pacientes que participaram deste estudo, o sofrimento de vocês não será em vão.

À todos aqueles que, de algum modo, contribuíram para minha formação e desenvolvimento; que orientaram e me colocaram no caminho certo, que inspiraram e apoiaram.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Balanço hídrico e falha de extubação.....	36
--	----

## **LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1.</b> Variáveis demográficas, clínicas e de desfecho.....	32
<b>TABELA 2.</b> Análise multivariada para falha de extubação.....	34
<b>TABELA 3.</b> Análise multivariada para falha de extubação ou uso de VNI terapêutica.....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS

AD: Átrio Direito

AE: Átrio Esquerdo

BH: Balanço hídrico

BNP: *Brain Natriuretic Peptide*

c: Pressão oncótica

CO<sub>2</sub>: gás carbônico

CPAP: Pressão positiva contínua das vias aéreas

DPOC: Doença pulmonar obstrutiva crônica

EAP: Edema Agudo de Pulmão

FiO<sub>2</sub>: Fração inspirada de oxigênio

HSL: Hospital São Lucas da PUCRS

ICC: Insuficiência Cardíaca Congestiva

Pad: Pressão Diastólica

PAI: Pressão arterial intra-abdominal

Pc: Pressão hidrostática

PCO<sub>2</sub>: Pressão Parcial de CO<sub>2</sub>

PEEP: *Positive End Expiratory Pressure*

PH: Potencial Hidrogeniônico

Pplatô: Pressão de platô

PSV: Pressão de suporte

PSV: Pressão de suporte ventilatório

PUCRS: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

PVC: Pressão venosa central

PVR: Pressão venosa renal

RCP: Ressucitação cardio-pulmonar

RV: Retorno Venoso

SAPS III: Simplified Acute Physiology Score 3

SpO<sub>2</sub>: SatO<sub>2</sub>: Saturação de Oxigênio;

TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido

TRE: Teste de respiração espontânea

UTI: Unidade de Terapia Intensiva

VAC: Volume de ar corrente

VD: Ventrículo Direito

VE: Ventrículo Esquerdo

VILI: Lesão Pulmonar induzida pela ventilação mecânica

VM: Ventilação Mecânica

VMI: Ventilação mecânica invasiva

VNI: Ventilação não invasiva

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1 INTERAÇÃO CORAÇÃO-PULMÃO .....	14
2.2 EFEITOS DELETÉRIOS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA.....	15
2.3 DESMAME VENTILATÓRIO .....	16
2.4 EDEMA.....	16
2.5 DISFUNÇÃO CARDÍACA INDUZIDA PELO DESMAME .....	18
2.6 TRATAMENTO DA DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA APÓS EXTUBAÇÃO .....	18
<b>2.6.1 Terapia Diurética .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6.2 Ventilação não invasiva (VNI).....</b>	<b>19</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
<b>5 ARTIGO ORIGINAL .....</b>	<b>23</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>

## RESUMO

**Introdução:** O processo de desmame da ventilação mecânica invasiva (VMI) refere-se à retirada gradual do suporte ventilatório. Tanto o prolongamento desnecessário da VMI quanto a sua descontinuação prematura estão associados a piores desfechos. Um fator potencialmente envolvido na falha de extubação é o edema pulmonar induzido pelo desmame. Neste cenário, uma variável não explorada até o momento é a avaliação do balanço hídrico nas 48 horas seguintes à extubação. **Objetivo:** Verificar se há associação entre balanço hídrico pós-extubação e falha de extubação. **Materiais e Métodos:** Estudo de coorte prospectivo que incluiu pacientes admitidos na UTI de um hospital do sul do Brasil, de março a dezembro de 2019. Foram incluídos pacientes que necessitaram ventilação mecânica por pelo menos 24 horas e que foram extubados durante o período do estudo. O desfecho primário foi falha de extubação, considerada como necessidade de reintubação nas primeiras 72 horas após a extubação. O desfecho secundário foi um desfecho combinado de falha de extubação ou necessidade de Ventilação Não-Invasiva (VNI) terapêutica. **Resultados:** Foram incluídos 112 pacientes que foram extubados após pelo menos 24h de ventilação mecânica. Falha de extubação foi verificada em 30 (26,8%) pacientes. Em análise univariada, o balanço hídrico nas 48 e 24 horas prévias à extubação foi semelhante entre os pacientes com sucesso e falha de extubação ( $668,9\text{ml} \pm 1350,9\text{ml}$  vs  $677,4\text{ml} \pm 1278,1\text{ml}$ , respectivamente;  $p = 0,94$ ). O balanço hídrico nas 48 horas seguintes à extubação mostrou uma tendência de ser maior nos pacientes com falha de extubação ( $320,1 \pm 1102,5\text{ml}$ ) em relação aos pacientes com sucesso ( $-219,8\text{ml} \pm 1546,3\text{ml}$ ), alcançando o limite da significância ( $p = 0,05$ ). Em análise multivariada, idade e BH 48 horas pós-extubação mostraram-se independentemente associados à falha de extubação. O BH 48 pós-extubação foi significativamente maior nos pacientes com desfecho combinado ( $486,1\text{ml} \pm 1191,5\text{ml}$  vs  $-374,1\text{ml} \pm 1517,7\text{ml}$ ;  $p = 0,003$ ). **Conclusão:** BH 48 horas após a extubação está associado com a necessidade de reintubação e uso de VNI terapêutica, demonstrando que o manejo de fluido pode ser importante também neste período.

**Palavras chave:** Ventilação mecânica, Desmame do respirador, Equilíbrio hidroeletrólítico, Unidade de Terapia Intensiva.

## ABSTRACT

**Introduction:** The weaning process of invasive mechanical ventilation (IMV) refers to the gradual withdrawal of ventilatory support. Unnecessary prolongation of IMV increases the risks of infections and diseases associated with immobility. However, the premature discontinuation is associated with a higher rate of failure and, consequently, an increase in the mortality rate and a longer hospital stay. One factor potentially involved in extubation failure is pulmonary congestion. One variable not explored so far is the fluid balance evaluation within 48 hours after extubation. **Objective:** To prospectively analyze there is an association between post-extubation fluid balance and extubation failure. **Methods:** Cohort study that included patients admitted to the ICU hospital in southern Brazil, from March to December 2019. Patients who required mechanical ventilation for less than 24 hours and who were extubated during the period were included of the study period. The primary outcome was extubated, considered as the need for reintubation in the first 72 hours after extubation. The secondary end point was a combined end point of extubation failure or need for therapeutic NIV. **Results:** 112 patients who were extubated after at least 24 hours of mechanical ventilation were included. Extubation failure was observed in 30 (26.8%) patients. In univariate analysis, water balance in the 48 and 24 hours prior to extubation was similar between patients with extubation success and failure ( $668.9\text{ml} \pm 1350.9\text{ml}$  vs  $677.4\text{ml} \pm 1278.1\text{ml}$ , respectively;  $p = 0.94$ ). The fluid balance in the 48 hours following extubation showed a tendency to be higher in patients with extubation failure ( $320.1 \pm 1102.5\text{ml}$ ) compared to patients with success ( $-219.8\text{ml} \pm 1546.3\text{ml}$ ), reaching the limit significance ( $p = 0.05$ ). In multivariate analysis, age and BH 48 hours post-extubation were independently associated with extubation failure. The post-extubation BH 48 was significantly higher in patients with a combined outcome ( $486.1 \text{ ml} \pm 1191.5 \text{ ml}$  vs  $-374.1 \text{ ml} \pm 1517.7 \text{ ml}$ ;  $p = 0.003$ ). **Conclusion:** BH 48 hours after extubation is associated with the need for reintubation and the use of therapeutic NIV, demonstrating that fluid management can also be important during this period.

**Key Words:** Mechanical ventilation, Weaning respirator, Hydroelectrolytic balance, Muscular strength, Intensive Care Unit.

## 1 INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) é um procedimento amplamente utilizado em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) e altamente necessário para manutenção da vida em pacientes com falência respiratória, independentemente da etiologia (ESTEBAN, 2000). Segundo Esteban e outros (2002), dentre as principais razões para a indicação de VM encontram-se: a insuficiência respiratória aguda, a queda do nível de consciência e a doença pulmonar obstrutiva crônica.

A VM está associada com várias complicações, tais como infecções, barotrauma e toxicidade relacionada ao oxigênio (ESTEBAN, 1998). O prolongamento desnecessário da ventilação mecânica aumenta estes riscos. A sua descontinuação prematura, por outro lado, está associada ao aumento da taxa de mortalidade, da incidência de pneumonia nosocomial e maior tempo de internação hospitalar. (VASILAKOPOULOS *et al.*, 1999).

O processo de desmame da ventilação mecânica refere-se à retirada gradual do suporte ventilatório, em pacientes que permaneceram em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 48 horas, a fim de promover retorno do paciente à respiração espontânea. (FARIAS *et al.*, 2007, 2002). Até 37% dos pacientes que são extubados necessitam reintubação e retorno do suporte ventilatório nas primeiras 48 horas. Pacientes idosos, do sexo masculino, em uso de drogas sedativas, com VM prolongada e/ou com doença de base de maior severidade, apresentam maior taxa de reintubação. (EPSTEIN, 2000).

Além destes fatores, um fator potencialmente envolvido na falha de extubação é congestão pulmonar. Alternar um paciente da ventilação de pressão positiva para a respiração espontânea reestabelece a pressão intratorácica inspiratória negativa, aumentando assim o retorno venoso e a pós-carga do ventrículo esquerdo. (PERREN, 2013). Esta condição normal pode descompensar a função cardiorrespiratória em casos de sobrecarga de volume e disfunção ventricular. Alguns estudos observacionais verificaram uma associação entre balanço hídrico positivo e falha de extubação (UPADYA *et al.*, 2005; FRUTOS-VIVAR *et al.* 2006). Houve uma diversidade considerável nas populações avaliadas. Além disso, um estudo recente não encontrou tal associação. (ANTONIO *et al.*, 2015). Uma variável não explorada até o momento é o balanço hídrico nas 48 horas seguintes à extubação. Balanço hídrico positivo neste período pode dificultar ainda mais a manutenção de ventilação espontânea dos pacientes. O objetivo do presente estudo é analisar a capacidade de predição do BH positivo e falha da extubação nas 48 horas que antecedem a extubação, e até 48 horas após a interrupção da ventilação mecânica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 INTERAÇÃO CORAÇÃO-PULMÃO

A respiração e a circulação são dois sistemas conectados que abrangem o tórax (PAYEN, 2018). Estes sistemas agem sinergicamente para garantir a oxigenação do sangue e a eliminação de CO<sub>2</sub> bem como o transporte de sangue da periferia para o coração e do coração para a periferia. Há três séculos, o fisiologista britânico Sir Stephen Hales realizou uma medida experimental da pressão arterial invasiva. Observou que o nível de sangue em um tubo de vidro quando inserido na artéria carótida de um cavalo variava ciclicamente a cada respiração (PAYEN, 2018). Desde então, muitos conceitos de fisiologia foram incorporados e auxiliam a compreender as respostas cardiocirculatórias à reposição de volume, bem como a resposta cardiovascular em ventilação mecânica.

A função cardíaca depende significativamente de suas pressões de enchimento (MAGDER, 2016). Como já descrito previamente pela relação de Frank-Starling (STARLING, 1918), o principal determinante da ejeção cardíaca é a pressão ventricular antes do início da sístole. Essa pressão, denominada pré-carga, é determinada, principalmente, pelo volume diastólico final e pela elastância do ventrículo, ou seja, o grau de estiramento das fibras dos sarcômeros a qual gerará uma energia potencial capaz de determinar uma contração. Outros fatores que contribuem para a função cardíaca são a capacidade contrátil de suas fibras, a frequência de batimentos por minuto e o nível de tensão exercido sobre o miocárdio a cada contração, esta última denominada pós-carga, também compreendida como as forças que devem ser superadas para que haja ejeção do volume sistólico naquele ciclo cardíaco (GUYTON, 1955).

Nota-se, portanto, que o trabalho cardíaco real depende da interação adequada entre sistema venoso e o coração (GUYTON, 1955). Além disso, são reconhecidos os efeitos da mecânica e expansibilidade pulmonar e sua influência na hemodinâmica cardíaca e interdependência ventricular (PINSKY, 2005). A principal variável implicada no retorno venoso (RV) é a pressão do átrio direito (Pad), a qual sofre grande influência das variações de pressões intratorácicas. Em condições normais, sem patologias pericárdicas, a Pad é função dependente da pressão pleural (GUYTON *et al.*, 1957). À inspiração, a redução da pressão pleural, e, portanto, intratorácica, determina um aumento do RV ao átrio direito (AD), ou seja, sua pré-carga, além de redução da pós-carga, ambos contribuindo para uma otimização do DC do VD (GUYTON *et al.*, 1957). Após algumas incursões respiratórias, esse aumento de débito

proporcionará um aumento da pré-carga do VE (GUYTON, 1955). O DC desta câmara, porém, também sofrerá influência de um aumento de sua pós-carga pela redução da altura relativa do coração em relação aos demais órgãos, o que torna necessário maior pressão intraventricular para abertura da valva aórtica (GUYTON, 1955).

Por outro lado, com a aplicação de pressão positiva pela VM, há uma inversão do gradiente pleural, fisiologicamente negativo, e, portanto, uma redução das pressões de enchimento do AD, por queda de seu RV. Há, dessa forma, uma diminuição do volume diastólico final do VD, principal determinante da pré-carga desta cavidade. Além disso, com a pressão positiva intratorácica, há elevação da pressão transpulmonar, aumentando a pós-carga do VD. Quando este aumento é mais intenso que a redução do RV, pode haver desvio do septo para a esquerda, causando alterações de complacência em tal cavidade (SMEDING *et al.*, 2010). Esses mecanismos – redução de pré e pós-carga – contribuem para uma diminuição global do débito do VD, o que, em consequência, leva a uma redução da pré-carga do VE, por redução de seu volume diastólico final. Aumentos de pressão intratorácica contribuem, enfim, para uma redução de pós-carga do VE por diminuições de pressões transmuralis vasculares (SMEDING *et al.*, 2010).

## 2.2 EFEITOS DELETÉRIOS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Embora a ventilação mecânica invasiva seja necessária na maioria dos pacientes sob cuidados intensivos, está associada a várias complicações potencialmente fatais, tais como: pneumonia, barotrauma, lesões laringotraqueais, repercussões hemodinâmicas, atrofia muscular e toxicidade pelo oxigênio, especialmente quando usada por períodos prolongados. O aumento do gradiente de pressão pode ocasionar lesão alveolar, manifestando-se microscopicamente com descontinuidade de pneumócitos tipo I, rupturas no endotélio, desacoplamento de células da membrana e edema alveolar. (NARDELLI *et al.*, 2007). Postergar a retirada da ventilação mecânica correlaciona-se com estas complicações, que variam com a gravidade da doença e o tempo de permanência em suporte ventilatório, tornando importante a sua descontinuação o mais breve possível.

Além destas alterações, a necessidade de VM associa-se com menor mobilização dos pacientes. O imobilismo no leito, por sua vez, causa perda de massa muscular, com subsequente diminuição de capacidade funcional. A fraqueza muscular adquirida na UTI acomete tanto a musculatura periférica quanto a ventilatória e está independentemente associada à maior mortalidade. (DINGLAS; FRIEDMAN, 2017). Mais especificamente, o uso

prolongado de VM pode provocar uma redução da função diafragmática por conta de atrofia desta musculatura. O desuso do diafragma inibe a síntese proteica do músculo, associado a uma proteólise exacerbada e a um aumento do estresse oxidativo. A principal consequência destas alterações é a falha do desmame ventilatório, (HERMANS *et al.*, 2010).

### 2.3 DESMAME VENTILATÓRIO

O processo de desmame da ventilação mecânica refere-se à retirada gradual do suporte ventilatório em pacientes que permaneceram em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 48 horas, a fim de promover retorno do paciente à respiração espontânea. (FARIAS, 2007). O TRE (Teste de Respiração Espontânea) é realizado permitindo que o paciente respire naturalmente através do tubo endotraqueal, conectado a uma peça em forma de “T”, com uma fonte enriquecida de oxigênio, ou recebendo pressão positiva contínua em vias aéreas (CPAP) de 5 centímetros de água (cmH<sub>2</sub>O), ou com ventilação com pressão de suporte (PSV) de 7 cmH<sub>2</sub>O. (FARIAS 2002). Os pacientes podem ser classificados da seguinte maneira em relação ao desmame: 1) Desmame simples: pacientes extubados no primeiro TRE; 2) Desmame difícil: pacientes que requerem até 3 TREs ou 7 dias para atingir o sucesso da extubação; 3) Desmame prolongado: pacientes que necessitam mais de 7 dias de desmame após o primeiro TRE (THILLE, 2011).

### 2.4 EDEMA

Como descrito por COELHO (2004), para o edema ocorrer, deve haver uma alteração dos mecanismos que controlam a distribuição do volume de líquido no espaço intersticial. Essa desregulação pode ser localizada e envolver apenas os fatores que influenciam o fluxo de fluido ao longo do leito capilar, ou, ainda, pode ser secundária à alterações dos mecanismos de controle do volume do compartimento extracelular e do líquido corporal total, o que, na maioria das vezes, ocasiona edema generalizado.

Em 1986, Starling, descreveu as forças fisiológicas que controlam o movimento de fluidos ao longo do leito capilar, e que, quando alteradas, podem gerar o edema. Em resumo, o fluxo dos fluidos, no nível capilar, depende da permeabilidade da parede capilar, definida pela constante  $K_f$ , e pela diferença entre as variáveis da pressão hidrostática ( $P_c$ ) e da pressão oncótica ( $c$ ) ao longo do leito capilar. (STARLING, 1986)

Em condições fisiológicas, espera-se que a pressão hidrostática, na extremidade arteriolar do leito capilar, seja maior que a pressão oncótica do plasma. Esse gradiente de

pressão faz com que haja fluxo de fluido do compartimento intravascular para o interstício. Ao longo do capilar, a pressão hidrostática se reduz de forma significativa. A saída do fluido intravascular faz com que a concentração de proteínas intracapilares se eleve, o que acarreta um discreto aumento da pressão oncótica (c). Assim, somados esses fatores, ocorre inversão do gradiente de pressão na extremidade venosa da rede capilar, ou seja, a pressão oncótica (c) torna-se maior que a pressão hidrostática (COELHO, 2004).

Os grandes edemas envolvem, geralmente, alterações sistêmicas mais complexas, sendo ocasionados, na maioria das vezes, por perturbações nos mecanismos de controle do volume extracelular. Nesse caso, deve haver aumento do volume extracelular e do peso corpóreo. O aparecimento de edema é consequência de alterações na homeostase do sódio e da água. (COELHO, 2004).

Em casos de insuficiência cardíaca, com retenção edemasiada de líquidos, ocorrem alterações fisiológicas, que incluem a dilatação excessiva do coração, tornando-o ainda mais fraco, extravasamento de líquidos para os pulmões, causando edema pulmonar e consequente desoxigenação do sangue e desenvolvimento de extenso edema em todos os tecidos periféricos do corpo.

O edema pulmonar é uma síndrome clínica caracterizada por acúmulo anormal de fluidos no compartimento extravascular dos pulmões, que resulta em hipoxemia, diminuição da complacência pulmonar, aumento do trabalho respiratório e alteração da relação ventilação-perfusão. Inicialmente, ocorre o movimento de líquidos do sangue para o espaço intersticial e, em algumas situações, para os alvéolos, excedendo o retorno de líquidos para o sangue e sua drenagem através de capilares linfáticos (SARMENTO, 2016).

Em geral o edema de origem cardiogênica ocorre por aumento da pressão hidrostática do capilar pulmonar, resultante da elevação da pressão atrial esquerda. O desequilíbrio das forças de Starling desencadeia o extravasamento de líquidos, que tende a acumular-se em regiões basais dos lobos inferiores em decorrência da pressão hidrostática mais elevada (SUASSUNA, 2016).

Estudos demonstraram resultados clínicos favoráveis ao atingir um balanço hídrico negativo na fase posterior da doença crítica (COUDRAY *et al.*, 2006; TEBOUL, 2008). Há uma forte plausibilidade biológica para acreditar que o balanço hídrico acumulado terá seu impacto no resultado respiratório dos pacientes. Um balanço hídrico cumulativo positivo leva ao aumento do vazamento capilar, aumento da água extravascular pulmonar, diminuição da complacência pulmonar e pode resultar em insuficiência respiratória durante Teste de Respiração Espontânea, bem como no período pós-extubação imediata. (RAMOS, 2009).

## 2.5 DISFUNÇÃO CARDÍACA INDUZIDA PELO DESMAME

Pacientes ventilados mecanicamente tem uma inversão do gradiente pleural, fisiologicamente negativo e, portanto, uma redução das pressões de enchimento do AD, por queda de seu RV. Dessa forma, há uma diminuição do volume diastólico final do VD, principal determinante da pré-carga. Além disso, com a pressão positiva intratorácica, há elevação da pressão transpulmonar, aumentando a pós-carga do VD. (SMEDING *et al.*, 2010). Todos esses efeitos podem ser descritos em processos que afetam a contratilidade e a pré e pós-carga de ventrículo direito (VD) e ventrículo esquerdo (VE).

A retirada de pressão expiratória final positiva pode elevar a pós-carga imposta ao ventrículo esquerdo, especialmente em pacientes com disfunção sistólica do ventrículo esquerdo. Além disso, pode haver um aumento da pressão venosa pulmonar e consequente formação de edema hidrostático induzido por disfunção cardíaca, importante causa de falha de desmame de VM (TEBOUL; MONNET; RICHARD, 2010). Todas essas alterações levam ao aumento da demanda de oxigênio, predispondo o aparecimento de isquemia miocárdica em pacientes suscetíveis, levando a aumentos desproporcionais das pressões de enchimento. Por fim, a diminuição do transporte de oxigênio associada à diminuição da oxigenação pode levar à necessidade de nova intubação e suporte ventilatório, até que as condições subjacentes estejam melhor reguladas. (ERLICHMAN *et al.*, 2009).

## 2.6 TRATAMENTO DA DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA APÓS EXTUBAÇÃO

### 2.6.1 Terapia Diurética

A terapia diurética deve ser considerada quando há um aumento excessivo da pré-carga. Vários estudos mostraram que a sobrecarga de fluidos pode ser associada à incapacidade de desmame da ventilação mecânica (FRUTOS-VIVAR *et al.*, 2006; UPADYA *et al.*, 2005). Em pacientes mecanicamente ventilados, Dessap e outros (2012) demonstraram que uma estratégia de gerenciamento de fluidos guiada por concentrações plasmáticas diárias de *Brain Natriuretic Peptide* (BNP), em comparação com estratégia guiada por critérios clínicos, diminuiu a duração do desmame sem aumentar as consequências adversas na hemodinâmica ou na função renal. Comparado com o grupo controle, o grupo guiado pelo BNP recebeu mais diuréticos (furosemida e acetazolamida), resultando assim em mais

balanço negativo. Particularmente, o subgrupo de pacientes com disfunção sistólica do VE mostrou o maior benefício com esta estratégia.

Por outro lado, a administração empírica, e talvez desnecessária, de diuréticos nos pacientes em desmame tem sido cada vez mais frequente. A terapia diurética pode ter efeitos potencialmente prejudiciais, como distúrbios eletrolíticos e microateletasias relacionadas à obstrução brônquica por secreção brônquica seca. (TEBOUL *et al.* 2010).

### **2.6.2 Ventilação não invasiva (VNI)**

A VNI pode representar uma opção terapêutica na extubação de pacientes com alto risco de disfunção cardíaca ou edema pulmonar induzidos pelo desmame. A utilização deste recurso leva à diminuição dos componentes elásticos e resistivos do trabalho respiratório, assim como atenua as variações inspiratórias das pressões intratorácicas em pacientes com congestão pulmonar, melhorando a complacência pulmonar, otimizando as trocas gasosas e reduzindo o trabalho ventilatório. (SANTOS, 2008).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Verificar se há associação entre balanço hídrico pós-extubação e falha de extubação.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Verificar a incidência de falha de extubação e necessidade de VNI terapêutica.
- b) Verificar se há associação entre balanço hídrico pós-extubação e uso de VNI terapêutica.

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DE LITERATURA

ANTONIO AC, et al. **48-Hour fluid balance does not predict a successful spontaneous breathing trial.** *Respiratory Care* 2015;60(8):1091-1096.

COELHO, EB. **Mecanismo da formação de edemas.** *Medicina, Ribeirão Preto: SEMIOLOGIA* 37: 189-198, jul./dez

COUDRAY A et al. **Fluid responsiveness in spontaneously breathing patient:** a review of indexes used in intensive care. *Critical Care Medicine.* 2005;33(12):2757-62.

CUNHA, AR. **What happens to the fluid balance during and after recovering from septic shock?** *Revista Brasileira de Terapia Intensiva.* 2015;27(1):10-1

DINGLAS VD, FRIEDMAN L. **Muscle Weakness and 5-Year Survival.** *Acute Crit Care Med.* 2017 March ; 45(3): 446–453. doi:10.1097/CCM.0000000000002208.

EPSTEIN SK. **Extubation failure.** In: Vincent JL, editor. **Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine.** Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 305-317, 2000

ERLICHMAN MR et al. **Reposição volêmica no cardiopata grave.** *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo — Vol. 19 — No 2 — Abr-Mai-Jun — 2009*

ESTEBAN A, Alía I. **Clinical management of weaning from mechanical ventilation.** *Intensive Care Med.* 24:999-1008,1998.

\_\_\_\_\_. **Weaning from mechanical ventilation.** *Critical Care,* 4:72-80,2000.

ESTEBAN A; Anzueto A; Frutos F; Alía I; Brochard L; Epstein SK; Tobin MJ et al. **Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation:** a 28-day international study. *JAMA- Journal of American Medical Association,* 280:345-355,2002.

FARIAS AM, et al., **III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica.** *Jornal Brasileiro de Pneumologia;* 33 (supl 2) 128-36, 2007.

FARIAS, AM, Guanaes, A. **Introdução à Ventilação Mecânica,** in *Rotinas em Terapia Intensiva,* Barreto, SSM, Vieira, SRR, Pinheiro, CTS. Editora Artmed: Porto Alegre. p. 139-156. 2002

FRUTOS-VIVAR et al. **Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial.** *Chest* 2006;130(6):1664-1671.

GATTINONI L et al. **Driving pressure and mechanical power:** new targets for VILI prevention. *Annals of Translational Medicine,* Vol 5, No 14 July 2017

GUYTON, A. C. et al. **Venous Return at Various Right Atrial Pressures and the Normal Venous Return Curve.** *American Journal of Physiology-Legacy Content,* [s. l.], v. 189, n. 3, p. 609–615, 1957.

HERMANS G, et al. **Increased duration of mechanical ventilation is associated with decreased diaphragmatic force:** a prospective observacional study. *Critical Care Medicine* 2010, 14:R127.

NARDELLI, L et al. **Entendendo os Mecanismos Determinantes da Lesão Pulmonar Induzida pela Ventilação Mecânica.** Revista Brasileira de Terapia Intensiva 469 Vol. 19 N° 4, Outubro-Dezembro, 2007

PAYEN, Didier. **Heart-lung interactions, a long story with many pioneers.** Annals of Translational Medicine, Vol 6, No 18 September 2018.

PERREN A, Brochard L. **Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation.** Intensive Care Medicine 2013; 39(11):1885-1895.

RAMOS FJS, AZEVEDO LCP. **Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation.** New England Journal of Medicine. 2000;342(20):1471-7. Comment in: N Engl J Med. 2000;342(20):1520-2. N Engl J Med. 2000;343(11):814; (3):278-283

SANTOS. L. **Edema Agudo de Pulmão.** Revista HCPA 2008;28(2).

SARMENTO GJV. **Fisioterapia Respiratória no Doente Crítico, rotinas clínicas.** Ed. Manole (234-241) 2016.

SMEDING, L. et al. **Clinical implications of heart-lung interactions.** The Netherlands journal of medicine, [s. l.], v. 68, n. 2, p. 56–61, 2010.

STARLING, EH. **Physiologic forces involved in the causation of dropsy.** Lancet 1: 1267-1270,1896.

SUASSUNA V. **Fisioterapia em Emergência.** Ed. Manole. (130- 133).2016

TEBOUL JL, MONNET X. **Prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneous breathing activity.** Current Opinion Critical Care. 2008;14(3):334-9. 17.

\_\_\_\_\_. **Weaning failure of cardiac origin: recent advances.** Critical Care 2010;14(2):211.

THILLE AW. **Simple, difficult, or prolonged weaning:** the most important factor is the success or failure of the first weaning trial. Resp Care 2011; 56:716-7.

UPADYA A, et al. **Fluid balance and weaning outcomes.** Intensive Care Medicine 2005;31(12):1643-1647.

VASSILAKOPOULOS T, Roussos C, Zakyntinos S. **Weaning from mechanical ventilation.** Journal Critical Care, 14(1):39-62,1999.

## 5 ARTIGO ORIGINAL

### ASSOCIAÇÃO ENTRE BALANÇO HÍDRICO 48 HORAS PÓS-EXTUBAÇÃO E FALHA DE EXTUBAÇÃO: UM ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO

**Priscila Albrecht dos Santos<sup>1</sup>, Márcio Manozzo Boniatti<sup>2</sup>**

1. Pós-graduanda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Fisioterapeuta da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital São Lucas da PUC – RS.
2. Doutor em Ciências Médicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Serviço de Medicina Intensiva do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

**Autor Correspondente:**

Priscila Albrecht dos Santos

Av. Bento Gonçalves, 205 - Partenon

CEP: 90650 002– Porto Alegre (RS) / Brasil

E-mail: [priscila.albrecht@gmail.com](mailto:priscila.albrecht@gmail.com)

## RESUMO

**Introdução:** O processo de desmame da ventilação mecânica invasiva (VMI) refere-se à retirada gradual do suporte ventilatório. Tanto o prolongamento desnecessário da VMI quanto a sua descontinuação prematura estão associados a piores desfechos. Um fator potencialmente envolvido na falha de extubação é o edema pulmonar induzido pelo desmame. Neste cenário, uma variável não explorada até o momento é a avaliação do balanço hídrico nas 48 horas seguintes à extubação. **Objetivo:** Verificar se há associação entre balanço hídrico pós-extubação e falha de extubação. **Materiais e Métodos:** Estudo de coorte prospectivo que incluiu pacientes admitidos na UTI de um hospital do sul do Brasil, de março a dezembro de 2019. Foram incluídos pacientes que necessitaram ventilação mecânica por pelo menos 24 horas e que foram extubados durante o período do estudo. O desfecho primário foi falha de extubação, considerada como necessidade de reintubação nas primeiras 72 horas após a extubação. O desfecho secundário foi um desfecho combinado de falha de extubação ou necessidade de Ventilação Não-Invasiva (VNI) terapêutica. **Resultados:** Foram incluídos 112 pacientes que foram extubados após pelo menos 24h de ventilação mecânica. Falha de extubação foi verificada em 30 (26,8%) pacientes. Em análise univariada, o balanço hídrico nas 48 e 24 horas prévias à extubação foi semelhante entre os pacientes com sucesso e falha de extubação ( $668,9\text{ml} \pm 1350,9\text{ml}$  vs  $677,4\text{ml} \pm 1278,1\text{ml}$ , respectivamente;  $p = 0,94$ ). O balanço hídrico nas 48 horas seguintes à extubação mostrou uma tendência de ser maior nos pacientes com falha de extubação ( $320,1 \pm 1102,5\text{ml}$ ) em relação aos pacientes com sucesso ( $-219,8\text{ml} \pm 1546,3\text{ml}$ ), alcançando o limite da significância ( $p = 0,05$ ). Em análise multivariada, idade e BH 48 horas pós-extubação mostraram-se independentemente associados à falha de extubação. O BH 48 pós-extubação foi significativamente maior nos pacientes com desfecho combinado ( $486,1\text{ml} \pm 1191,5\text{ml}$  vs  $-374,1\text{ml} \pm 1517,7\text{ml}$ ;  $p = 0,003$ ). **Conclusão:** BH 48 horas após a extubação está associado com necessidade de reintubação e uso de VNI terapêutica, demonstrando que o manejo de fluido pode ser importante também neste período.

**Palavras chave:** Ventilação mecânica, Desmame do respirador, Equilíbrio hidroeletrólítico, Unidade de Terapia Intensiva.

## INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) pode ocasionar complicações cuja incidência aumenta com a duração do suporte respiratório<sup>1</sup>. Por outro lado, extubação muito precoce, com subsequente falha, está associada a aumento no risco de pneumonia e mortalidade<sup>2</sup>. A taxa de falha na extubação varia de 10 a 20%<sup>3-5</sup>, sendo importante determinar quais fatores podem estar associados a este problema.

Diversos estudos têm demonstrado associação entre balanço hídrico pré-extubação e falha de extubação<sup>3,4,6,7</sup>, além de disfunção cardíaca induzida pelo desmame ser reconhecida como causa frequente de falha neste processo<sup>8-10</sup>. Neste cenário, nós hipotetizamos que o balanço hídrico nas 48 horas posteriores à extubação, variável pouco explorada, também pode ser um fator de risco para a falha.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar prospectivamente se há associação entre balanço hídrico pós-extubação e falha de extubação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de coorte prospectivo que incluiu pacientes admitidos na UTI do Hospital São Lucas da PUC-RS (HSL) em Porto Alegre, Brasil, de Março a Dezembro de 2019. O HSL é um hospital terciário com 560 leitos e aproximadamente 26 mil hospitalizações por ano. A UTI possui 59 leitos clínico-cirúrgicos.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HSL. O termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado pelo familiar.

Foram incluídos pacientes que necessitaram ventilação mecânica por pelo menos 48 horas e que foram extubados durante o período do estudo. As variáveis coletadas foram idade, sexo, motivo do início da VM, SAPS III, tempo de VM, uso de ventilação não-invasiva após a extubação, balanço hídrico nas 48 e 24 horas anteriores à extubação e nas 48 horas posteriores à extubação, tempo de permanência na UTI e no hospital e mortalidade hospitalar. Os pacientes foram acompanhados até o momento da alta hospitalar. Foram excluídos do estudo pacientes com traqueostomia, falha de extubação prévia, em cuidados paliativos exclusivos.

Os pacientes eram considerados aptos para o desmame da ventilação mecânica com base nos seguintes critérios: melhora da condição subjacente que levou à insuficiência respiratória, estabilidade hemodinâmica (pressão arterial média de 65 mm Hg sem ou com dose mínima de drogas vasoativas), nível de consciência adequado sem infusão contínua de sedação,  $FiO_2 < 50\%$  e  $PEEP \leq 8$  cm H<sub>2</sub>O. O teste de respiração espontânea (TRE) era

realizado com tubo-T ou PSV 8 cmH<sub>2</sub>O, ambos com duração de 30 minutos. A decisão de retornar o paciente à VM ou proceder à extubação era baseada nos sinais de intolerância ao TRE, como taquipneia, taquicardia, instabilidade hemodinâmica, esforço respiratório e alteração do estado de consciência. Os pacientes eram reintubados de acordo com a equipe assistente, com base nos seguintes critérios: diminuição da SpO<sub>2</sub> para < 88% a despeito de aumento da FiO<sub>2</sub>; piora do pH ou PCO<sub>2</sub> arteriais; fadiga de musculatura respiratória; instabilidade hemodinâmica; secreção copiosa que o paciente não conseguia remover adequadamente; diminuição do nível de consciência. Após extubação, registrou-se o uso de VNI. A utilização de VNI foi definida como preventiva (iniciada imediatamente após extubação, mantida por 4 horas e, após este período, utilizada profilaticamente) ou terapêutica (utilizada para tratar disfunção respiratória no período de 72 horas após extubação).

Balanço hídrico foi definido como o total de entrada de fluidos menos o total de saída de fluidos, sem considerar perdas insensíveis. Desmame simples foi definido como a realização de extubação no primeiro TRE. O desfecho primário foi falha de extubação, considerada como necessidade de reintubação nas primeiras 72 horas após a extubação. Como desfecho secundário, utilizamos um desfecho combinado composto por falha de extubação ou uso de VNI terapêutica.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados coletados foi realizada através de estatística descritiva com cálculo da média  $\pm$  desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil, frequência e percentual. Os testes estatísticos utilizados foram o teste Qui-quadrado para avaliar a associação entre as variáveis categóricas e teste t de *student* ou *Mann-Whitney* para associação entre as variáveis contínuas e o desfecho. Posteriormente, realizou-se uma regressão logística para analisar a relação conjunta das variáveis de interesse. As variáveis com plausibilidade biológica, respeitando a regra de uma variável para cada 10 eventos, foram as escolhidas para o modelo de regressão logística. Foi considerado estatisticamente significativo um valor de  $p < 0,05$ . A análise estatística foi realizada com o software SPSS versão 20.0.

## RESULTADOS

Nós incluímos 112 pacientes que foram extubados após pelo menos 24h de ventilação mecânica. As características demográficas e clínicas estão descritas na tabela 1.

Falha de extubação foi verificada em 30 (26,8%) pacientes. Os pacientes com falha de extubação eram mais jovens e apresentaram maior tempo de internação na UTI, maior necessidade de traqueostomia e maior mortalidade hospitalar. VNI de resgate foi utilizada em 28 (25,0%) pacientes, sendo mais comum nos pacientes com falha de extubação.

Em análise univariada, o balanço hídrico nas 48 e 24 horas prévias à extubação foi semelhante entre os pacientes com sucesso e falha de extubação ( $668,9\text{ml} \pm 1350,9\text{ml}$  vs  $677,4\text{ml} \pm 1278,1\text{ml}$ , respectivamente;  $p = 0,94$ ). O balanço hídrico nas 48 horas seguintes à extubação mostrou uma tendência de ser maior nos pacientes com falha de extubação ( $320,1 \pm 1102,5\text{ml}$ ) em relação aos pacientes com sucesso ( $-219,8\text{ml} \pm 1546,3\text{ml}$ ), alcançando o limite da significância ( $p = 0,05$ ) (figura 1). Em análise multivariada, idade e BH 48 horas pós-extubação mostraram-se independentemente associados à falha de extubação (tabela 2). Quando avaliamos a presença ou não do desfecho combinado (falha de extubação ou uso de VNI de resgate), não houve diferença no BH 48 horas pré-extubação ( $663,2 \pm 1258,5$  vs  $642,9 \pm 1380,9$ , respectivamente;  $p = 0,94$ ) e 24 horas pré-extubação ( $252,2 \pm 1761,6$  vs  $215,7 \pm 1578,3$ , respectivamente;  $p = 0,91$ ). Novamente, o BH 48 pós-extubação foi significativamente maior nos pacientes com desfecho combinado ( $486,1 \pm 1191,5$  vs  $-374,1 \pm 1517,7$ ;  $p = 0,003$ ), sendo a única variável independentemente associada ao desfecho combinado na análise multivariada (tabela 3).

## DISCUSSÃO

Nós encontramos uma associação entre o balanço hídrico nas 48 horas posteriores à extubação com a falha da extubação. Este é o primeiro estudo que demonstra a associação entre este desfecho e o balanço hídrico após a extubação, ao invés do balanço hídrico nas horas anteriores à extubação, variável tradicionalmente investigada.

Existe uma forte plausibilidade biológica para que o balanço hídrico esteja associado à falha de desmame ou de extubação. Um balanço hídrico positivo pode levar a extravasamento capilar, com aumento da água extravascular pulmonar, contribuindo para disfunção respiratória após extubação<sup>11</sup>. Além disso, a disfunção cardiovascular é cada vez mais reconhecida como importante causa de falha no desmame, mesmo em pacientes sem doença

cardíaca reconhecida anteriormente<sup>10</sup>. A incidência de disfunção cardíaca induzida pelo desmame como causa de falha neste processo varia de 20% a 87%<sup>8,9,12,13</sup>. Quando o paciente reassume a respiração espontânea, restabelece valores negativos de pressões intratorácicas inspiratórias, aumentando assim retorno venoso, volume sanguíneo central e pós-carga do ventrículo esquerdo<sup>14</sup>. Neste cenário, a sobrecarga de volume pode contribuir para descompensar a função cardiorrespiratória. No nosso estudo, nós verificamos associação do balanço hídrico com falha de extubação, mesmo em uma população com baixa prevalência de DPOC ou ICC, e com predomínio de desmame simples.

Diversos estudos anteriores verificaram associação entre balanço hídrico pré-extubação, tanto 24 horas quanto balanço cumulativo, e falha de extubação<sup>3,4,6,7,15</sup>. Nós não verificamos esta associação com balanço hídrico pré-extubação, semelhante a estudo anterior que avaliou como desfecho falha de desmame<sup>16</sup>. Uma possível explicação é que o balanço hídrico pré-extubação já é rotineiramente avaliado, podendo interferir na decisão de extubar o paciente. Além disso, o uso de VNI preventiva ou terapêutica pode ter afetado o desfecho da extubação.

Com a utilização frequente de VNI terapêutica após extubação<sup>17</sup>, o desfecho combinado (reintubação ou uso de VNI terapêutica) possivelmente seja mais sensível para identificar os pacientes com disfunção respiratória importante após extubação. O balanço hídrico após extubação manteve sua associação com o desfecho combinado, reforçando que seja um potencial fator de risco.

Uma estratégia de desmame baseada em manejo de fluido pré-extubação guiado por valores de BNP resultou em menor tempo de VM<sup>18</sup>. Outros autores têm sugerido estudos randomizados para avaliar o papel da terapia com diurético na prevenção da falha de extubação<sup>3,4</sup>. Nossos dados sugerem que esta investigação deva ser estendida para, pelo menos, as 48 horas posteriores à extubação.

Nosso estudo apresenta algumas limitações. Primeiro, trata-se de um estudo observacional, não sendo possível demonstrar uma relação causal entre o balanço hídrico e a falha na extubação. Segundo, o número de pacientes incluídos é pequeno, além de ser um estudo unicêntrico, o que dificulta a generalização dos resultados. Terceiro, não coletamos medidas hemodinâmicas ou ecocardiográficas para correlacionar balanço hídrico positivo com disfunção ventricular. Finalmente, balanço hídrico positivo pode ser apenas um marcador de gravidade, embora o escore de gravidade não tenha sido diferente entre os pacientes com sucesso ou falha de extubação.

Nós verificamos que BH 48 horas após a extubação está associado com necessidade de

reintubação e uso de VNI terapêutica, demonstrando que o manejo de fluido pode ser importante também neste período. Um ensaio clínico randomizado é necessário para testar uma estratégia de BH negativo em 96 horas peri-extubação na prevenção de falha de extubação.

## REFERÊNCIAS DO ARTIGO

1. Cook DJ, Walter SD, Cook RJ, Griffith LE, Guyatt GH, Leasa D, et al. Incidence of and risk factors for ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Ann Intern Med* 1998;129:433–440.
2. Frutos-Vivar F, Esteban A, Apezteguia C, González M, Arabi Y, Restrepo MI, et al. Outcome of reintubated patients after scheduled extubation. *J Crit Care* 2011;26:502-9.
3. Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, Epstein SK, Arabi Y, Apezteguía C, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest* 2006;130:1664-71.
4. Ghosh S, Chawla A, Mishra K, Jhalani R, Salhotra R, Singh A. Cumulative fluid balance and outcome of extubation: a prospective observational study from a general intensive care unit. *Indian J Crit Care Med* 2018;22:767-72
5. Boniatti VM, Boniatti MM, Andrade CF, Zigiotta CC, Kaminski P, Gomes SP, et al. The modified integrative weaning index as a predictor of extubation failure. *Respir Care* 2014;59:1042-7
6. Upadya A, Tilluckdharry L, Muralidharan V, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Fluid balance and weaning outcomes. *Intensive Care Med* 2005;31:1643-7.
7. Epstein CD, Peerless JR. Weaning readiness and fluid balance in older critically ill surgical patients. *Am J Crit Care* 2006;15:54-64.
8. Lamia B, Maizel J, Ochagavia A, Chemla D, Osman D, Richard C, et al. Echocardiographic diagnosis of pulmonary artery occlusion pressure elevation during weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2009;37:1696–701.
9. Zapata L, Vera P, Roglan A, Gich I, Ordonez-Llanos J, Betbesé AJ. B-type natriuretic peptides for prediction and diagnosis of weaning failure from cardiac origin. *Intensive Care Med* 2011;37:477–85.
10. Teboul J-L, Monnet X, Richard C. Weaning failure of cardiac origin: recent advances. *Crit Care* 2010; 14:211
11. D'Orio V, Mendes P, Carlier P, Fatemi M, Marcelle R. Lung fluid dynamics and supply dependency of oxygen uptake during experimental endotoxic shock and volume resuscitation. *Crit Care Med* 1991;19:955–62.
12. Anguel N, Monnet X, Osman D, Castelain V, Richard C, Teboul J-L. Increase in plasma protein concentration for diagnosing weaning-induced pulmonary oedema. *Intensive Care Med* 2008;34:1231–8.
13. Caille V, Amiel J-B, Charron C, Belliard G, Vieillard-Baron A, Vignon P. Echocardiography: a help in the weaning process. *Crit Care* 2010; 14:R120

14. Pinsky MR. The hemodynamic consequences of mechanical ventilation: an evolving story. *Intensive Care Med* 1997;23:493–503
15. Maezawa S, Kudo D, Miyagawa N, Yamanouchi S, Kushimoto S. Association of body weight change and fluid balance with extubation failure in intensive care unit patients: a single-center observational study. *J Intensive Care Med* 2019;14:885066619887694
16. Antonio AC, Teixeira C, Castro PS, Savi A, Oliveira RP, Gazzana MB, et al. 48-hour fluid balance does not predict a successful spontaneous breathing trial. *Respir Care* 2015;60:1091-6.
17. Subirà C, Hernández G, Vázquez A, Rodríguez-García R, González-Castro A, García C, et al. Effect of pressure support vs T-piece ventilation strategies during spontaneous breathing trials on successful extubation among patients receiving mechanical ventilation: a randomized clinical trial. *JAMA* 2019;321:2175-82
18. Mekontso Dessap A, Roche-Campo F, Kouatchet A, Tomicic V, Beduneau G, Sonnevile R, et al. Natriuretic peptide-driven fluid management during ventilator weaning: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2012;186:1256-63

**Tabela 1. Variáveis demográficas, clínicas e de desfecho**

	Sucesso (n = 82)	Falha (n = 30)	p
Idade, anos, média ± DP	68,9 ± 15,8	59,9 ± 17,6	0,01
Sexo, masculino, n (%)	51 (62,2)	16 (53,3)	0,40
SAPS III, média ± DP	54,4 ± 23,8	52,0 ± 24,6	0,65
Causa para VM, n (%)			0,24
Exacerbação de DPOC	8 (9,8)	1 (3,3)	
Pneumonia	12 (14,6)	4 (13,3)	
ICC	3 (3,7)	1 (3,3)	
Neurológica	14 (17,1)	10 (33,3)	
Pós-operatório	12 (14,6)	2 (6,7)	
PCR	7 (8,5)	0	
Instabilidade hemodinâmica	11 (13,4)	3 (10,0)	
Outros	15 (18,3)	9 (30,0)	
TRE, n (%)			0,72
Tubo-T	68 (82,9)	24 (80,0)	
PSV	14 (17,1)	6 (20,0)	
Duração da VM, mediana (IIQ)	5,0 (3,0 - 7,0)	5,5 (3,7 - 9,5)	0,21
Dias de desmame, mediana (IIQ)	0 (0 - 2,0)	0 (0 - 1,0)	0,61
Desmame simples, n (%)	48 (58,5)	18 (60,0)	0,89
Parâmetros ventilatórios antes do TRE			
PSV (cmH <sub>2</sub> O), mediana (IIQ)	10,0 (10,0 - 12,0)	12,0 (10,0 - 12,0)	0,15

PEEP (cmH <sub>2</sub> O), mediana (IIQ)	6,0 (6,0 - 7,0)	6,0 (5,0 - 7,0)	0,41
VC, ml, média ± DP	479,6 ± 129,1	513,2 ± 140,5	0,24
FiO <sub>2</sub> , mediana (IIQ)	30,0 (25,0 - 35,0)	30,0 (30,0 - 36,2)	0,22
Sinais vitais antes do TRE			
PAS, mmHg, média ± DP	139,3 ± 26,2	135,9 ± 23,4	0,53
FC, bat/min, média ± DP	93,3 ± 17,4	97,6 ± 18,2	0,25
FR, resp/min, média ± DP	19,9 ± 3,9	20,2 ± 5,2	0,78
SpO <sub>2</sub> , mediana (IIQ)	98,0 (96,0 - 99,0)	97,5 (95,0 - 99,0)	0,45
VNI preventiva, n (%)	22 (26,8)	6 (20,0)	0,46
VNI terapêutica, n (%)	16 (19,5)	12 (40,0)	0,03
Tempo de UTI, dias, mediana (IIQ)	11,0 (8,0 - 16,0)	15,0 (12,5 - 31,0)	0,001
Tempo de hospital, dias, mediana (IIQ)	27,0 (18,5 - 43,7)	27,0 (16,0 - 54,5)	0,54
Traqueostomia, n (%)	4 (4,9)	10 (33,3)	< 0,001
Óbito hospitalar, n (%)	29 (35,4)	19 (63,3)	0,008

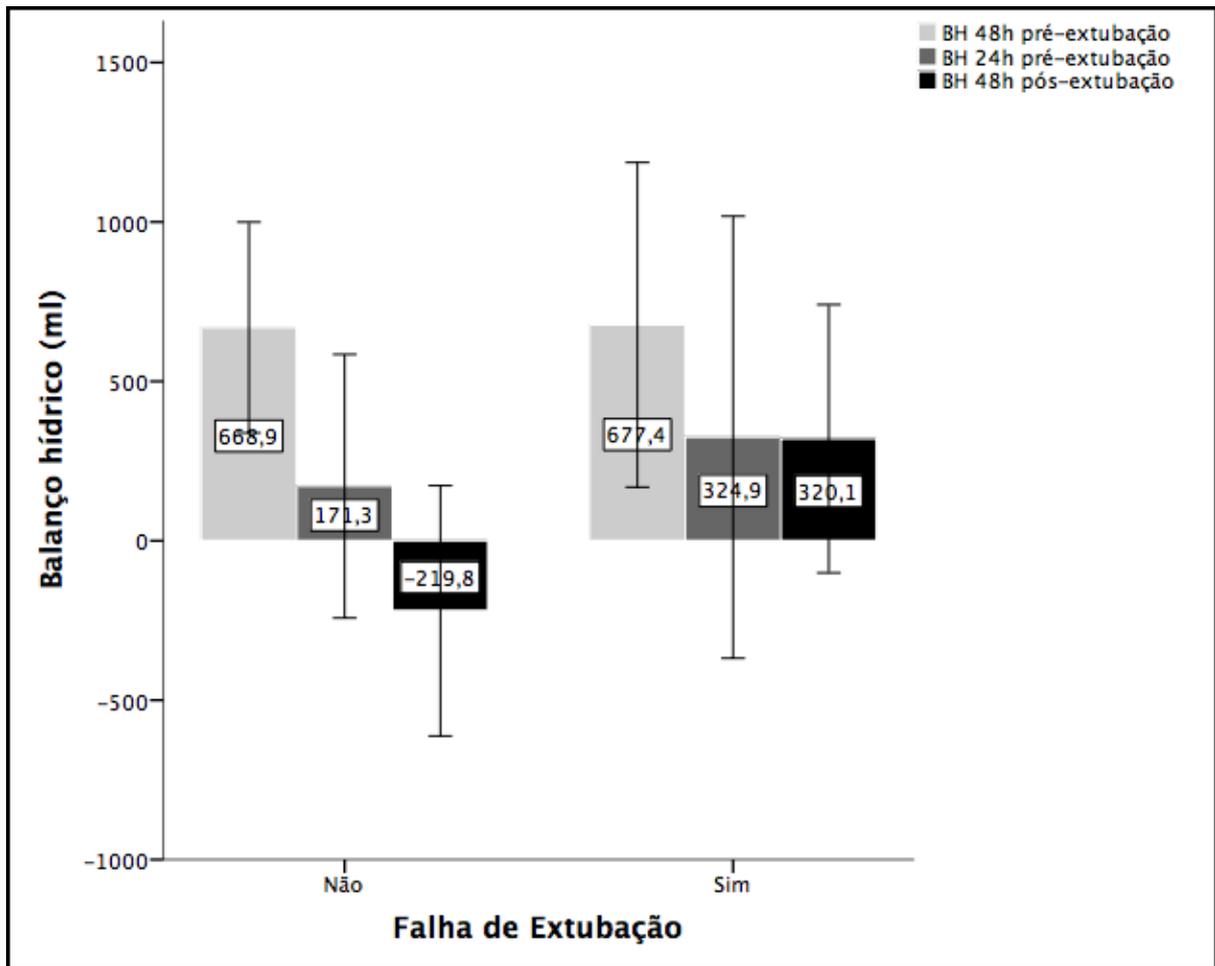
---

**Tabela 2. Análise multivariada para falha de extubação**

	OR	IC 95%	p
Idade	0,966	0,939 - 0,993	0,015
Tempo de VM	1,079	0,967 - 1,204	0,175
BH 48h pós-extubação	1,000	1,000 - 1,001	0,043

**Tabela 3. Análise multivariada para falha de extubação ou uso de VNI terapêutica**

	OR	IC 95%	p
Idade	0,988	0,963 - 1,013	0,345
Tempo de VM	1,060	0,953 - 1,179	0,282
BH 48h pós-extubação	1,001	1,000 - 1,001	0,004

**Figura 1. Balanço hídrico e falha de extubação**

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados deste estudo demonstram que a identificação de pacientes com balanço hídrico positivo nas 48 horas posteriores a extubação nos permite estratificar pacientes com risco para intercorrências após a descontinuação da ventilação mecânica. Esse conhecimento contribuiria para uma adequação estratégica do momento após extubação, bem como, no manejo terapêutico preventivo, ventilatório e farmacológico, reduzindo a incidência de falhas e desfechos deletérios.