

PUCRS

ESCOLA DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PEDIATRIA E SAÚDE DA CRIANÇA  
MESTRADO EM MEDICINA/PEDIATRIA

ROSIRENE MARIA FRÖHLICH DALL'AGNESE

EFEITO DA POSIÇÃO PRONA NA DIURESE E BALANÇO HÍDRICO DE  
PACIENTES PEDIÁTRICOS SUBMETIDOS A VENTILAÇÃO MECÂNICA

Porto Alegre  
2017

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

---

---

**ROSIRENE MARIA FRÖHLICH DALL'AGNESE**

**EFEITO DA POSIÇÃO PRONA NA DIURESE E BALANÇO HÍDRICO DE  
PACIENTES PEDIÁTRICOS SUBMETIDOS A VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação como requisito à conclusão do curso de Mestrado em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança na Pontifícia Universidade Católica Do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Celiny Ramos Garcia

Porto Alegre  
2017

---

---

## Ficha Catalográfica

D144 DALLAGNESE, ROSIRENE MARIA FRÖHLICH

Efeito da posição prona na diurese e balanço hídrico de pacientes pediátricos submetidos a ventilação mecânica / ROSIRENE MARIA FRÖHLICH DALLAGNESE . – 2017.

057 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Celiny Ramos Garcia Garcia.

1. posição prona. 2. diurese. 3. balanço hídrico. 4. ventilação mecânica.  
5. Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica. I. Garcia, Pedro Celiny Ramos Garcia.  
II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

---

---

DADOS DE CONTATO:

NOME: ROSIRENE MARIA FRÖHLICH DALL'AGNESE

E-MAIL: [rosimfda@gmail.com](mailto:rosimfda@gmail.com)

TELEFONE: (51) 99272.7635

CPF: 819.302.590-34

ÓRGÃO FINANCIADOR:

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR  
(CAPES)

CONFLITO DE INTERESSE: NENHUM

---

---

---

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação em Pediatria e Saúde da Criança da PUC-RS, por toda a sua qualidade e todo o seu prestígio.

À CAPES, pelo incentivo à pesquisa.

Ao meu orientador, Dr. Pedro Celiny Ramos Garcia, pela força em vencer os desafios da vida (até mesmo uma intercorrência grave com a sua saúde) e pelo conhecimento técnico e científico.

Ao meu professor de Pediatria e estatístico desse trabalho, Dr. Petrônio Fagundes de Oliveira Filho, por traduzir números em resultados, pela paciência em me tirar dúvidas (que foram várias) e pelo apoio.

Ao meu irmão Cássio, pelos tantos socorros com o Excel, resolvendo em minutos o que eu demoraria dias.

Ao meu professor de Pediatria, paraninfo, “coach”, amigo e colega, Emerson Rodrigues da Silva, por ser uma gigante referência em tudo que diz respeito a minha vida profissional e também por ser muito responsável pelo meu crescimento em termos de pensamento, crítica, bom-senso e pesquisa.

Aos meus chefes da UTI Pediátrica do HSL, por serem disponíveis e dividirem seu conhecimento.

À Ana Paula, secretária da UTI Pediátrica do HSL, por levar e trazer todos os prontuários para minha coleta de dados.

Aos plantonistas da UTI Pediátrica do HSL, por terem sido meus preceptores e, hoje, colegas tão queridos.

Aos residentes da UTI Pediátrica do HSL, por me permitirem fazer parte do seu crescimento e, hoje, serem pessoas com quem aprendo muito.

À Caroline, por me auxiliar com os dados, o PIM e, principalmente, por me dizer que, no fim, tudo ia dar certo.

À Carla, secretária do PPG, por ser tão solícita e eficiente.

Às minhas colegas do mestrado, Ana Beatriz, Camila, Marôla, e Magali, por tornarem mais leves e divertidos os dias de aula. Em especial, à Ana Beatriz, por ter lido cada vírgula da minha dissertação e me ajudado a corrigir aqueles detalhezinhos que só a gente se importa.

---

---

---

Aos meus alunos da Universidade de Caxias do Sul e aos residentes do Hospital Geral, por serem os motivos de eu almejar esse título e de eu ter me tornado mil vezes mais estudiosa.

Aos meus pacientes “pitocos”, razões pelas quais eu luto, fico sem dormir, ocupo meus pensamentos, quero ser melhor. O sorriso, o brilho nos olhos e os abraços queridos fazem TUDO valer a pena.

Aos meus amigos, tão próximos e tão meus:

À Kika, por ser minha. Sempre. Incondicional. Por me consolar, me ouvir, me admirar. E por ser alguém com quem eu posso ser só eu.

Ao Chico (por ser meu terapeuta em termos de mestrado, por me acalmar), à Cintia (por me fazer me sentir amada e importante) e à Charote (afilhada-canina-ogra), BiAfilhaBiDindosCompadres, por confiarem em mim e serem muitas vezes o meu escape para um mundo bom, que merece ser comemorado (de preferência com espumante).

Aos Bruschettas, por me trazerem diversão, boa música e por serem companhias agradáveis demais!!!

À Livinha, à Bru e à Re, por serem companheiras da Medicina e da Pediatria.

À Bina e ao Rodrigo, pelas conversas-cabeça, pelos questionamentos e pela mão de sempre.

E para os que certamente extrapolam todo o significado do amor:

Ao meu pai, motivo pelo qual eu existo como pessoa e profissional. Meu maior exemplo de bondade, parceria, dedicação e amor. Minha maior saudade.

À minha mãe, fonte de amor insistente e inesgotável, pela torcida incondicional pelo meu bem-estar (em todos os aspectos) e por não desistir de mim mesmo quando me faço tão ausente.

Aos meus irmãos por me lembrarem que temos um eixo comum, apesar de todas as nossas diferenças.

À minha dinda-mãe Clarice, pela dedicação de vida que sempre dá e deu por mim e por ser um exemplo perfeito de afeto.

Ao Cássio e às Luzes, por serem sempre o meu porto-seguro, o local pra onde eu sei que posso ir correndo se precisar.

---

---

---

À Tia Ester, por ser um pedacinho do meu pai. À minha prima Roberta, por ser meu sonho de irmã mais nova. À Mainha, ruiva-fofura dos nossos dias.

À Marina e ao Marco, por serem exemplos de organização e por serem indispensáveis companhias.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas, por me trazerem tanta alegria.

Aos meus aFILHAdOs e aFILHAdas (Luciane, Luiza, Manuela, Gustavo, Caio e Júlia) por me fazerem sentir responsável pela vida de alguém.

Aos meus amores de TODOS os dias:

À Chimia, a cachorrinha mais amada do mundo, por me receber, todo santo dia, com a maior festa, por passar grudada em mim cada segundo dos longos dias e noites, enquanto eu trabalhava no computador e por ser minha recarga de energias.

Ao Ramiro, meu esposo, por estar na minha vida há mais tempo do que o tempo que eu estou na minha vida sozinha. Por ser a pessoa que dorme e acorda comigo. Por ser meu parceiro de seriados para espairecer. Por ser meu companheiro nos restaurantes que queremos conhecer. Por me fazer rir até quando eu estou muito, muito, muito brava com ele. Por me dar flores até hoje. Por ser a minha companhia preferida nas viagens. Por ter me convencido de adotarmos a Chimia. Por me ver crescer, evoluir, engordar, emagrecer, sofrer, sorrir. Por me transformar, fazer me adaptar. Por me fazer sair da zona de conforto, por me questionar, por me fazer argumentar. Por ser o meu lugar preferido para estar num domingo à tarde. Por me amar. Por ser meu infinito.

E por fim: *Yes, I overthink, but I also overlove.*

---

---

---

---

*“Ser passageiro da vida é aprender a viajar sempre. Descobrir lugares dentro de si. Buscar respostas nas trilhas que nos levam a encarar de frente os nossos medos e angústias.*

*Ser passageiro da vida é assimilar mágoas com as experiências. E, quando doer forte, enfrentar o horizonte sabendo para onde devemos ir, com a certeza no coração de onde não devemos mais voltar.*

*Ser passageiro da vida é ter a absoluta compreensão de que o tempo cura. Tudo. E que o mundo gira, toda hora.*

*Ser passageiro da vida é gargalhar com vontade e chorar à vontade, quando for preciso. E, na viagem, por mais complexa que pareça, nunca deixar de aprender com os erros que fizeram algo bom, durar pouco.*

*Ser passageiro da vida é acordar sabendo que tudo passa. Inclusive, a gente mesmo”. (...)*

*(Edgard Abbehusen)*

---

---



---

## RESUMO

**Introdução:** Doenças respiratórias em pediatria são importantes causas de internação em Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) e, não raro, levam a necessidade de ventilação mecânica. O uso de ventilação mecânica e de sedação contínua associados à administração de fluidos que o paciente grave necessita para a sua estabilização hemodinâmica inicial, frequentemente ocasionam balanço hídrico positivo cumulativo. Essa sobrecarga hídrica está associada a piores desfechos. Entre as alternativas para que o balanço hídrico seja otimizado, encontra-se, entre outras, a instauração da posição prona. **Objetivos:** Verificar se a posição prona em pacientes pediátricos submetidos a ventilação mecânica aumenta a diurese com otimização no balanço hídrico, bem como aferir se essa melhora repercute em dias de ventilação mecânica e de internação em UTIP. **Métodos:** coorte retrospectiva através de revisão de prontuários. Foram selecionados os pacientes, submetidos a ventilação por causa pulmonar, com idade entre 1 mês e 12 anos. O grupo prona (GP) foi aquele em que os pacientes foram submetidos a posição prona em algum momento do estudo. O grupo controle (GC) foi aquele em que os pacientes preencheram os critérios de inclusão, mas que não foram submetidos a posição prona. Os dados coletados incluíram dados demográficos, escore de mortalidade (PIM 2), balanço hídrico, diurese, uso de diuréticos e índice de drogas vasoativas, tempo de ventilação mecânica, tempo de posição prona, relação entre o tempo de prona e ventilação mecânica, além do tempo de internação (UTIP e no hospital). Para a comparação entre os grupos GP e GC foram utilizados os testes de Mann-Whitney e do Qui-Quadrado. Para a análise longitudinal optou-se por ANOVA de medidas repetidas, utilizando o BH (ml/kg/dia), a diurese (ml/kg/h) e a quantidade de furosemida(mg/kg/dia) durante um período classificado de D1 a D4 (sendo D1 o primeiro dia de ventilação mecânica no GC e o dia imediatamente anterior à prona no GP). O desfecho principal foi o aumento da diurese e melhora do balanço hídrico nos pacientes pronados. O desfecho secundário foi a diminuição no tempo de ventilação mecânica e de internação em UTIP e no hospital. **Resultados:** foram incluídos 84 pacientes e, após as perdas, permaneceram 77 (GP=37 e GC= 40). Em termos de

---

---

idade, sexo, patologias, escores de mortalidade, óbito, uso de drogas vasoativas e ocorrência de intercorrências os grupos foram semelhantes. Através de comparação entre os grupos não houve melhora significativa na diurese, balanço hídrico, tempo de ventilação mecânica e de internação em UTIP. Com relação ao uso de diuréticos, houve maior uso de furosemida ( $P<0,001$ ) e de espironolactona ( $P=0,04$ ) no GP. Quando realizada análise longitudinal de medidas repetidas de D1 a D4, evidenciou-se que tanto o GP quanto o GC tiveram melhora da diurese e do balanço hídrico, com melhora mais significativa de D1 para D2 no GP ( $P=0,034$ ). No entanto, ao se verificar essa melhora, percebeu-se que ela também estava relacionada ao uso de diuréticos.

**Conclusão:** Ao longo dos dias de ventilação mecânica estudados (D1 a D4), houve melhora tanto na diurese quanto no balanço hídrico dos pacientes de ambos os grupos, sem evidenciar-se, no entanto, superioridade do grupo prona em relação ao controle.

---

---

---

## ABSTRACT

**Introduction:** Respiratory diseases in pediatrics are important causes of hospitalization in the Pediatric Intensive Care Unit (PICU) and, notwithstanding, to the need for mechanical ventilation. The use of mechanical ventilation and continuous sedation associated with the administration of fluids, which severe patients need for initial hemodynamic stabilization, often result in a cumulative positive fluid balance. This hydric overload is associated with worse outcomes. Among the alternatives for the hydric balance to be optimized, the establishment of the prone position is found as such. **Objectives:** To verify if the prone position in pediatric patients submitted to mechanical ventilation increases diuresis with optimization in the hydric balance as well as to verify if this improvement has repercussions in days of mechanical ventilation and hospitalization in PICUs. **Methods:** Retrospective cohort through review of medical records. It was selected patients who were submitted to ventilation for pulmonary causes and aged from 1 month old to 12 years old. The prone group (PG) was the one in which the patients were submitted to the prone position at some point of the study. The control group (CG) was the one in which the patients met the inclusion criteria but were not undergone prone position. The collected data included demographic data, Pediatric Index of Mortality (PIM 2), hydric balance, diuresis, use of diuretics and vasoactive drug index, mechanical ventilation duration, prone position duration, relationship between prone and mechanical ventilation duration, besides duration of hospital stay (PICU and hospital). Mann-Whitney and Chi-Square tests were used to compare the PG and CG groups. For the longitudinal analysis, repeated measures of ANOVA were used, using BH (ml/kg/day), diuresis (ml/kg/h) and the amount of furosemide (mg/kg/day) during a period classified as D1 to D4 (D1 being the first day of mechanical ventilation in the CG and the day immediately before prone in the PG). The main outcome was the increase of diuresis and the improvement of hydric balance in pronated patients. The secondary outcome was the decrease of duration of mechanical ventilation and hospitalization in the PICU and in the hospital. **Results:** 84 patients were included and, after some losses, 77 (PG=37 and CG=40) remained. Regarding age, sex, pathologies, index of mortality, death, use of vasoactive drugs

---

---

---

---

and occurrence of intercurrents, the groups were similar. There was no significant improvement of diuresis, hydric balance, mechanical ventilation and hospitalization duration in the PICU. Regarding the use of diuretics, there was greater use of furosemide ( $P < 0.001$ ) and spironolactone ( $P = 0.04$ ) in the PG. When performed a longitudinal analysis of repeated measures of D1 to D4, it was shown that both PG and CG had improved diuresis and hydric balance, with a more significant improvement from D1 to D2 in the PG ( $P = 0.034$ ). However, when verifying this improvement, it was noticed that it was also related to the use of diuretics. **Conclusion:** Throughout the analysed days of mechanical ventilation (D1 to D4), there was improvement of both diuresis and hydric balance of patients in both groups, without showing, however, superiority of the prone group in relation to the control group.

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

---

---

<b>ADH</b>	Hormônio antidiurético
<b>BH</b>	Balço hídrico
<b>CEP</b>	Comitê de ética em pesquisa
<b>FiO<sub>2</sub></b>	Fração inspirada de oxigênio
<b>FR</b>	Frequência respiratória
<b>GC</b>	Grupo controle
<b>GP</b>	Grupo prona
<b>IDV</b>	Índice de drogas vasoativas
<b>IIQ</b>	Intervalo interquartil
<b>LPVM</b>	Lesão pulmonar induzida por ventilação mecânica
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxigênio
<b>PCR</b>	Parada cardiorrespiratória
<b>PEEP</b>	Pressão positiva no final da expiração
<b>PIP</b>	Pressão positiva inspiratória
<b>PP</b>	Posição prona
<b>RSR</b>	Resistência do sistema respiratório
<b>RVA</b>	Resistência da via aérea
<b>SDRA</b>	Síndrome do desconforto respiratório agudo
<b>SIDA</b>	Síndrome da imunodeficiência adquirida
<b>UTIP</b>	Unidade de terapia intensiva pediátrica
<b>VM</b>	Ventilação mecânica
<b>VSR</b>	Vírus sincicial respiratório

## SUMÁRIO

---

---

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1 VENTILAÇÃO MECÂNICA EM PEDIATRIA .....	16
2.2 BALANÇO HÍDRICO POSITIVO CUMULATIVO E SOBRECARGA HÍDRICA.....	18
2.3 POSIÇÃO PRONA .....	20
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>23</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
3.3 OBJETIVO SECUNDÁRIO.....	23
<b>4 HIPÓTESES</b> .....	<b>24</b>
<b>5 MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
5.1 DELINEAMENTO.....	25
5.2 LOCAL .....	25
5.3 POPULAÇÃO E PERÍODO DO ESTUDO.....	25
5.4 DADOS ANALISADOS E VARIÁVEIS PRINCIPAIS.....	26
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA E CÁLCULO AMOSTRAL.....	28
5.6 ASPECTOS ÉTICOS .....	29
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>32</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>35</b>
ANEXO – APROVAÇÃO CEP.....	36
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>39</b>
APÊNDICE - ARTIGO ORIGINAL.....	40

---

## **1 INTRODUÇÃO**

Doenças respiratórias em pediatria são importantes causas de hospitalização e internação em Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP). A evolução desses quadros para falência ventilatória leva à necessidade de suporte ventilatório por ventilação mecânica (VM).(1-3)

Os pacientes em ventilação mecânica apresentam propensão à retenção hídrica, tanto pelo aumento da secreção do hormônio antidiurético (ADH) e ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, quanto pela vasoplegia periférica induzida pelo uso de sedativos e analgésicos, como os benzodiazepínicos e opioides. Essa retenção sofre piora pela falta de mobilização dos membros reduzindo o efeito de “bomba” da musculatura no retorno venoso. Além disso, a gravidade da doença dos pacientes, faz com que seja necessário, na maioria das vezes, ressuscitação volumétrica agressiva, levando, após estabilização hemodinâmica, ao balanço hídrico (BH) positivo cumulativo e a consequente sobrecarga hídrica.(1)

O edema clinicamente observado ocorre também no interstício dos órgãos, acarretando prejuízos e apresentações clínicas diversas. Estudos prévios têm demonstrado que o balanço hídrico positivo, em pacientes adultos e pediátricos em ventilação mecânica, está associado a piores desfechos como maior mortalidade menos dias livres de ventilação mecânica, piores índices de oxigenação, mais dias de internação em UTIP e no hospital.(1-3)

Há, portanto, interesse em se demonstrar alternativas para a otimização do balanço hídrico e, por consequência, melhores resultados para os pacientes pediátricos. Já existem evidências que a restrição hídrica e a manutenção adequada do débito urinário podem melhorar a função pulmonar e diminuir tempo de ventilação mecânica.(4) Entre essas alternativas encontram-se o estímulo da diurese através do uso de diuréticos e de drogas vasoativas, eventualmente terapia de substituição renal e, menos comumente, a instauração da posição prona (PP).(4-6)

Há estudos que abordam a PP como alternativa para a melhora da oxigenação, do recrutamento pulmonar, da troca de gases em pacientes com falência respiratória.(5-7) Outra evidência seria de que a PP estaria relacionada a diminuição

---

da lesão pulmonar causada pela VM e ao aumento da sobrevivência em pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA).(8-10)

No entanto, apenas um estudo prévio, cujo objetivo era demonstrar o benefício da PP nesses aspectos já conhecidos, acabou por observar aumento da diurese nos pacientes que eram pronados.(6)

Até o presente momento, não existem estudos que avaliaram esse desfecho, associando a posição prona com o aumento da diurese e consequente otimização do balanço hídrico em crianças com doença pulmonar, submetidas a ventilação mecânica.

Em nosso serviço, temos observado que o acúmulo de líquidos em crianças submetidas a ventilação mecânica ocorre com mais frequência e intensidade a partir do segundo e terceiro dias de VM. Pela nossa prática clínica, também percebemos que os pacientes ventilados em posição prona tem aumento da sua diurese e melhora do balanço hídrico. Por esse motivo, já se tem adotado a posição prona em pacientes ventilados por mais de três dias. No entanto, ainda não há comprovações acerca desse desfecho.

---



## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Doenças respiratórias em pacientes pediátricos são muito frequentes e, por um número considerável de vezes, levam-lhes à ventilação mecânica. Em decorrência da própria ventilação mecânica e também em função da gravidade da doença, esses pacientes acabam retendo líquido e tendo seu balanço hídrico positivo.

Tal sobrecarga hídrica é deletéria na evolução desses pacientes. Em função disso, há grande interesse em se demonstrar alternativas na otimização do manejo de fluidos. Estudo prévio(6) e a prática clínica levaram a pensar que a posição prona poderia aumentar a diurese de pacientes submetidos a ventilação mecânica e, por consequência, otimizar o balanço hídrico e diminuir toda a morbimortalidade em relação a isso.

Essa pesquisa objetiva demonstrar a relação possível entre posição prona e aumento da diurese e a melhora do BH em pacientes pediátricos submetidos a ventilação mecânica. Portanto, a presente revisão versará sobre tais assuntos.

### **2.1 VENTILAÇÃO MECÂNICA EM PEDIATRIA**

A VM em Pediatria passou a ser discutida e aplicada nas décadas de 70-80 quando os aparelhos específicos para crianças passaram a ser fabricados. Desde lá, procura-se um melhor entendimento da fisiopatologia peculiar dessa fase da vida, a fim de se adequar, com melhor interação, os aparatos específicos para a Pediatria e o organismo doente da criança. Aperfeiçoaram-se as estratégias ventilatórias às necessidades de cada doença e às limitações impostas por elas. Além disso, associaram-se medidas que potencializaram seus benefícios, como a ventilação em posição prona (PP), o uso de óxido nítrico e de surfactante exógeno.(11)

Na evolução dos anos, essa pauta tem sido progressivamente mais discutida e estudada, baseando a prática em evidências cada vez mais exigentes.

Dentre as indicações de VM(11) em pediatria, encaixam-se várias necessidades de manutenção de suporte de vida, tais como:

---

- a) Hipoventilação e apneia, seja por intoxicações, imaturidade, anóxia, etc;
- b) Insuficiência respiratória causada por doenças pulmonares tais como bronquiolite, asma, pneumonias, SDRA;
- c) Falência circulatória como em hemorragias, choque séptico;
- d) Promoção de trocas gasosas supranormais como nos casos de hipertensão pulmonar persistente ou como adjuvante no tratamento de hipertensão intracraniana;
- e) Perda da integridade mecânica do aparelho respiratório por falhas neurológicas ou musculares;
- f) Indicações profiláticas em casos de anestésias, analgesia intensa ou imobilizações.

Os lactentes e crianças são anatômica e fisiologicamente diferentes dos adultos. Essas diferenças tendem a diminuir com o crescimento da criança. A resistência do sistema respiratório (RSR) e a resistência da via aérea (RVA) tendem a diminuir com o aumento da estatura. A RSR é menor relativa ao tamanho do pulmão. O aumento do pulmão é maior do que o decréscimo na resistência, permitindo se especular que as vias aéreas e o tecido pulmonar crescem em diferentes expoentes, predispondo lactentes e crianças jovens a doenças obstrutivas com represamento de ar e hiperinsuflação como ocorre nas bronquiolites.(12)

A VM nesse sistema respiratório não completamente proporcional em termos de dimensão e mecânica, torna ainda mais deletérios os efeitos causados pela pressão positiva e aumento de volume. A parede torácica dos pacientes pediátricos apresenta alta complacência. Por esse motivo o esforço para manter o mesmo volume é maior em função da perda para a distensão da caixa torácica. Essa característica coloca os pacientes pediátricos em maior risco de atelectasias e desrecrutamento pulmonar, levando a necessidade de manutenção de volumes correntes maiores e conseqüentemente a riscos aumentados de lesões pulmonares induzidas pela VM (LPVM).(12)

O volutrauma e o atelectrauma podem promover a liberação excessiva de mediadores inflamatórios dos pulmões para a circulação sistêmica, com conseqüente repercussão em outros órgãos (biotrauma). Uma estratégia de ventilação que possa

---

evitar esses fatores deve ser estimulada para quaisquer patologias que necessitem de VM. Dentre essas estratégias, encontra-se a posição prona.(5)

Com relação ao balanço hídrico de pacientes em VM, em estudo realizado em 1990 (13), já havia se atentado que as mais altas concentrações de hormônio antidiurético (ADH) estavam relacionados a pacientes ventilados. Naquele estudo verificou-se que a hiperinsuflação pulmonar, a hipercapnia e necessidade de VM apresentavam risco aumentado de maior produção desse hormônio.

Tanto pelo aumento do ADH e ativação do sistema-renina-angiotensina-aldosterona, quanto pela vasoplegia causada pela necessidade de sedações aos pacientes ventilados, há sobrecarga hídrica nesses pacientes.

## 2.2 BALANÇO HÍDRICO POSITIVO CUMULATIVO E SOBRECARGA HÍDRICA

A ressuscitação volumétrica é medida frequentemente essencial em pacientes criticamente doentes. Inúmeras doenças em pediatria exigem que haja reposição generosa de fluidos em fases agudas e iniciais, permitindo o reestabelecimento de funções hemodinâmicas.

Entretanto, passada a fase de ressuscitação, é necessário manejo parcimonioso de fluidos, visto que muito se tem estudado acerca de seus efeitos prejudiciais, em especial nos casos de SDRA. As atuais recomendações, tanto em adultos quanto em crianças, preferem esse manejo mais conservador.(14, 15)

O eixo hipotálamo-neurohipófise-rins normalmente mantém o BH durante as variações de administração de água e perdas não renais de água. A falha desse mecanismo é frequentemente presente em pacientes hospitalizados, levando a desordens do BH.(16)

O edema clinicamente observado quando o paciente tem o seu BH positivo cumulativo ao longo dos dias de VM é observado sistemicamente, com manifestações em diferentes órgãos:(17)

- a) Cérebro: inflamação celular, aumento da permeabilidade e edema cerebral;
-

- b) Fígado: congestão hepática, colestase e prejuízo da função normal de síntese;
- c) Pulmões: “*down regulation*” do canal epitelial de sódio e da aquaporina 5, retenção pulmonar de água e sal, edema pulmonar com prejuízo nas trocas gasosas e diminuição da complacência pulmonar;
- d) Vísceras: edema visceral e síndrome compartimental;
- e) Rins: edema intersticial, compressão tubular, diminuição do fluxo sanguíneo renal, redução da taxa de filtração glomerular e retenção de água e sódio;
- f) Tecidos: prejuízo na drenagem linfática e na cicatrização de feridas;
- g) Coração: edema miocárdico, distúrbios de condução intraventriculares, piora na contratilidade e entrega de oxigênio (O<sub>2</sub>);
- h) Intestino: edema intestinal levando a síndrome de má-absorção e íleo.

Evidência prévia relata que um aumento do BH em 10ml/kg/dia já seria associado a um aumento de mortalidade e diminuição de dias livres de VM. Nesse estudo, em análise multivariada, o BH positivo cumulativo foi associado a aumento de mortalidade independentemente do grau de lesão pulmonar aguda e da severidade do defeito de oxigenação.(2)

Também é descrito que o BH positivo cumulativo maior de 10%, especialmente acima de 15% ao dia em pacientes que não receberam terapia renal substitutiva, está associado a piora da oxigenação, a mais dias de VM, de internação em UTIP e hospital.(3, 18)

O excesso de fluidos é ainda mais deletério em termos de mortalidade para crianças com doenças febris graves em locais com limitação de recursos, onde o acesso a terapias avançadas é escasso. Nesses casos, inclusive durante a ressuscitação volumétrica, é preconizado que se observe ainda mais o excesso na administração de expansão rápida de volume.(19)

Inclusive, a *American Heart Association* manifestou-se quanto a isso na última atualização de seus protocolos: “para crianças em choque aconselha-se *bolus* de fluido inicial de 20ml/kg. No entanto, em crianças com doença febril em locais com acesso limitado a recursos de cuidados intensivos (VM e suporte inotrópico), a administração de *bolus* fluido endovenoso deve ser feita com extremo cuidado pois

---

pode ser prejudicial. É importante enfatizar o tratamento individualizado e reavaliações clínicas frequentes”.(20)

No manejo adequado do balanço hídrico dos pacientes criticamente doentes, classicamente se usam estratégias como a restrição de volume, diuréticos e drogas vasoativas e, por vezes, terapia de substituição renal.

Qualquer terapêutica que venha auxiliar na diminuição desse fator de morbimortalidade, é passível de ser estudada. Em 2001, um ensaio clínico randomizado de pequena amostra, publicado na revista Chest, tinha como objetivo demonstrar os efeitos na oxigenação de crianças em VM, submetidas a posição prona. Ocasionalmente, percebeu que durante essa posição, os pacientes haviam apresentado um aumento na diurese e no balanço hídrico. Foi a primeira vez que um estudo aventou a possibilidade de a posição prona ter um efeito “diurético”.(6)

### 2.3 POSIÇÃO PRONA

Em 1974, pela primeira vez, a posição prona foi sugerida para pacientes mecanicamente ventilados.(21)

Desde então, estudos objetivaram mostrar que a mudança de decúbito para a posição prona em pacientes com falência respiratória poderia melhorar a oxigenação.(7, 22)

Por certo tempo, a posição prona foi utilizada mais como uma manobra transitória de recrutamento do que como uma primeira modalidade de tratamento.(23)

Durante a ventilação mecânica em posição supina, ocorre desequilíbrio na distribuição da ventilação (que é desviada principalmente para áreas pulmonares anteriores, mais complacentes, com hiperdistensão de alguns alvéolos), enquanto a perfusão pulmonar é desviada para regiões posteriores, determinando acúmulo de líquido e piora da oxigenação. A prona determina abertura das zonas pulmonares posteriores, reinflando e recrutando unidades pulmonares novas. Em função disso, há melhores trocas gasosas, melhor dispersão do líquido anteriormente acumulado

---

nessas áreas e, por conseguinte, otimização da relação ventilação/perfusão (V/Q).(11, 24-26)

Na posição prona, a pressão fornecida pela ventilação mecânica é aplicada sobre o parênquima de maneira mais homogênea, o que leva a insuflação e ventilação alveolares mais uniformes.(25) Supõe-se que os pulmões, operando entre duas barras rígidas (esterno e coluna), distribuam melhor o volume corrente durante a posição prona.(27) Assim, a posição prona é capaz de atenuar:(28)

- a) a tensão e o estresse globais dos pulmões;
- b) a concentração pulmonar de citocinas inflamatórias;
- c) o montante de áreas pulmonares hiperdistendidas;
- d) a magnitude do efeito de desrecrutamento;
- e) a compressão sobre o lobo inferior esquerdo do pulmão pelo coração.(14)

Por todos esses aspectos, impacta na sobrevida do paciente, já que diminui o risco de lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica.(9, 14, 25)

O impacto maior da posição prona, no entanto, é com relação à melhora da oxigenação, principalmente em pacientes com SDRA moderado e grave. Percebeu-se que a posição prona seria superior comparada à posição supina na melhora da saturação de oxigênio e do oxigênio arterial além de contribuir na diminuição dos episódios de hipoxemia.(29)

Com a melhora da oxigenação e diminuição da lesão pulmonar induzida por VM, verificou-se que a posição prona passou a refletir também na melhora da mortalidade, principalmente se empregada precocemente e por períodos maiores de 16h por dia.(8, 9, 30, 31)

A respeito dos efeitos em outros órgãos, a posição prona está associada a um leve aumento da pressão intra-abdominal, sem afetar a perfusão e função renal.(32) No estudo já citado de Kornecki et al, elucubrou-se que, inclusive, a pressão sobre os vasos renais pudesse ser diminuída em posição prona, mas ainda sem confirmação.(6)

Uma preocupação em relação à posição prona seria quanto aos riscos que ela pudesse oferecer de extubação acidental, perda de acessos venosos, retardo no início

---

da dieta enteral, maior uso de sedativos e analgésicos ou, ainda, maior ocorrência de úlceras de pressão. Em 2006, um ensaio clínico randomizado e controlado verificou que a posição prona seria segura e que não aumentaria esses riscos.(33)

Para crianças, em razão de seu menor tamanho, a posição prona pode ser instalada com ainda mais facilidade e é terapia atrativa por todos os seus benefícios já citados.

Ao se associar ventilação mecânica, posição prona e balanço hídrico, parece ainda haver campo a ser estudado e explorado. O “efeito diurético” da posição prona, tão percebido na clínica, ainda não foi motivo principal de estudos e parece ser medida factível, pouco custosa e segura na otimização do balanço hídrico de pacientes em VM.

---

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Verificar se a posição prona em pacientes pediátricos submetidos a ventilação mecânica aumenta a diurese com otimização no balanço hídrico.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Determinar a associação entre o aumento da diurese e a posição prona.
- b) Determinar a associação entre o aumento da diurese e a melhora no balanço hídrico.
- c) Determinar a associação entre o aumento da diurese e a diminuição no tempo de ventilação mecânica.
- d) Elencar diferentes efeitos adversos associados a posição prona: úlceras de pressão, extubação acidental, perda de acessos venosos, obstrução do tubo, perdas de dreno de tórax e parada cardiorrespiratória.
- e) Medir o tempo de posição prona de cada paciente.
- f) Relacionar o tempo de posição prona ao tempo de ventilação mecânica de cada paciente.
- g) Estimar os efeitos das diversas estratégias para negativar o balanço hídrico na evolução clínica dos pacientes submetidos a ventilação mecânica.

#### **3.3 OBJETIVO SECUNDÁRIO**

Verificar se o aumento da diurese e a otimização do balanço hídricos diminuem os dias de ventilação mecânica e o tempo de internação em UTI Pediátrica.

---



#### **4 HIPÓTESES**

Hipotetizamos que a posição prona em pacientes pediátricos, mecanicamente ventilados, pode aumentar a diurese desses pacientes e por consequência otimizar o balanço hídrico, diminuindo a morbidade relacionada a esse fator, podendo inclusive diminuir dias de ventilação mecânica e de internação em UTIP.

---

## 5 MÉTODOS

### 5.1 DELINEAMENTO

Estudo de coorte retrospectivo realizado através de revisão de prontuários.

### 5.2 LOCAL

O estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (HSL-PUCRS). A referida UTIP é composta por 12 leitos com média de 450 admissões ao ano, cerca de 50% dos pacientes com uso de VM e mortalidade geral de 4 a 6%. Essa UTIP conta com banco de dados regularmente atualizado e com protocolos para os procedimentos que realiza.

### 5.3 POPULAÇÃO E PERÍODO DO ESTUDO

**Crítérios de inclusão:** Foram selecionados os pacientes internados, submetidos a ventilação mecânica por causa pulmonar (como bronquiolite, pneumonia, asma ou síndrome do desconforto respiratório agudo), com idade entre 1 mês e 12 anos, no período janeiro de 2013 a dezembro de 2015.

Os pacientes foram divididos em dois grupos. O grupo prona (GP) foi aquele em que os pacientes foram submetidos a posição prona em algum momento do estudo.

O grupo controle (GC) foi aquele em que os pacientes preencheram os critérios de inclusão, mas que não foram submetidos a posição prona durante o período do estudo.

---

Critérios de exclusão: Foram excluídos os pacientes portadores doença pulmonar crônica, os pacientes traqueostomizados, os pacientes que necessitaram de terapia substitutiva renal e os pacientes em uso crônico de diuréticos.

#### 5.4 DADOS ANALISADOS E VARIÁVEIS PRINCIPAIS

Os dados foram coletados por pesquisador único, a partir dos prontuários dos pacientes, principalmente a folha de sinais da enfermagem. Sempre que necessário recorreu-se também aos registros de evolução desse paciente e também à prescrição médica.

Todos os pacientes incluídos constaram em uma ficha individualizada, na qual foram anotados os dados que incluíram:

- a) nome
- b) número de registro
- c) idade em meses
- d) sexo
- e) peso na admissão em gramas
- f) escore de mortalidade segundo o *Pediatric Index of Mortality 2* (PIM 2)(34)
- g) diagnóstico principal, diagnóstico secundário e condição crônica
- h) perfil de vírus respiratórios (imunofluorescência para Influenza A e B, Parainfluenza 1, 2 e 3, Adenovírus e Vírus Sincicial Respiratório (VSR))
- i) tempo de VM
- j) relação entre o tempo de PP e tempo de VM
- k) tempo de internação na UTIP e no hospital

Os dados diários coletados de cada paciente foram:

- a) balanço hídrico
  - b) diurese
-

- c) parâmetros de VM
- d) uso de diuréticos (em mg/kg/dia) e de drogas vasoativas (através do índice drogas vasoativas)
- e) tempo de posição prona (sendo que tempo de prona igual a zero nos pacientes do grupo controle).

O balanço hídrico foi calculado a partir do volume administrado por via enteral e parenteral menos o volume eliminado, incluindo urina, fezes, resíduo gástrico, perda sanguínea e fluidos provenientes de drenagens cirúrgicas.

Verificou-se, ainda, intercorrências durante o período de ventilação mecânica, como: úlceras de pressão, extubação acidental, perda de acessos venosos, obstrução do tubo endotraqueal, perdas de dreno de tórax e parada cardiorrespiratória.

Os parâmetros diários da VM considerados para o estudo foram aqueles utilizados pelo paciente às 10 horas da manhã, após a visita médica diária, sendo registradas a pressão positiva inspiratória (PIP), a pressão positiva no final da expiração (PEEP), a frequência respiratória e a fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>).

A diurese de cada paciente foi descrita em ml/kg/h e o balanço hídrico total, positivo ou negativo, em ml/kg/dia, todos registrados em intervalos de 24 horas desde o dia de início da ventilação mecânica até o dia da extubação. Tais dados foram buscados na folha de controle de enfermagem de cada paciente, que é preenchida pelos técnicos de enfermagem responsáveis pelo paciente a cada turno do dia e conferida pelos enfermeiros.

A dose diária de diuréticos administrados foi descrita em mg/kg/dia. Foi calculado o índice de drogas vasoativas (IDV), no horário da visita médica realizada pela manhã: [dopamina + dobutamina + (adrenalina X 100) + (noradrenalina X 100) + (milrinone X 10)], com todas drogas expressas em mcg/kg/min.(35)

Em relação aos desfechos, os pacientes foram divididos em dois grupos, grupo prona e grupo controle, comparados entre si em relação aos seguintes itens:

- a) Diagnóstico principal, secundário e condição crônica;
  - b) Sexo;
  - c) Idade;
-

- d) Diurese e Balanço Hídrico;
- e) Tempo de posição prona (sendo que para o grupo controle será considerado o valor zero);
- f) Tempo de internação na UTIP e no hospital;
- g) Tempo de VM;
- h) Óbito;
- i) Índice de drogas vasoativas e quantidade de diuréticos;
- j) Intercorrências.

O desfecho principal foi o aumento da diurese e melhora do balanço hídrico nos pacientes pronados. O desfecho secundário foram os dias VM e os dias de internação em UTIP e no hospital.

## 5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA E CÁLCULO AMOSTRAL

Os dados foram coletados por pesquisador único e transcritos para planilha Excel para Windows (Microsoft Office®).

As variáveis contínuas com distribuição normal serão expressas através de média e desvio-padrão (comparadas através do teste t de Student) e as variáveis contínuas com distribuição assimétrica serão expressas através de mediana e intervalo interquartil (comparadas através dos testes de Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis). As variáveis categóricas serão apresentadas em frequência absoluta e relativa e serão comparadas através do teste Qui-quadrado ou Exato de Fisher ou, ainda, Risco Relativo.

Para a análise estatística, foram utilizados o balanço hídrico e a diurese durante o período de ventilação mecânica. Também foi utilizado o tempo de posição prona em horas, durante o período em que o paciente esteve em ventilação mecânica. Foi realizada uma relação em porcentagem do tempo de posição prona em relação ao tempo que o paciente permaneceu em VM.

---

Para analisar a relação entre as variáveis (posição prona, aumento da diurese, dias de VM, sexo, idade, peso, PIM2 e balanço hídrico) foi utilizado o modelo linear generalizado. Foi considerado estatisticamente significativo um valor de  $p < 0,15$  na análise univariada para inclusão na multivariável e um valor de  $p < 0,05$  na análise multivariável.

Todas as análises foram realizadas utilizando o SPSS disponível na instituição.

No presente estudo, foi calculado um tamanho amostral de 50 pacientes (25 para cada grupo), com poder de 80%. O desfecho esperado foi de que 70% dos pacientes submetidos à posição prona tivessem um aumento na diurese que refletisse em pelo menos 15% de melhora no balanço hídrico, com intervalo de confiança de 95%. Esse número foi aumentado para 84 pacientes (42 em cada grupo) para permitir os ajustes das demais variáveis estudadas.

Durante a coleta de dados, houve quatro perdas relacionadas a dados faltantes nos registros de prontuários e uma perda pois o paciente necessitou de diálise peritoneal (3 do grupo prona e 2 do grupo controle), totalizando um  $n=79$ .

Na análise multivariada, do dia 1 ao dia 4, foram excluídos mais dois pacientes (do grupo controle) que apresentavam tempo de ventilação mecânica inferior a quatro dias. O  $n$  final ficou de 77, no GP=37 e no GC=40.

Para análise longitudinal, optou-se por conduzir uma ANOVA de medidas repetidas em 4 momentos D1 a D4 em ambos os grupos (GP e GC). Através dessa ANOVA foram comparadas a diurese, o balanço hídrico e o uso de furosemida.

Para o grupo controle, D1 equivale ao primeiro dia de VM; D2 a D4 são os dias subsequentes em que o paciente estava em VM e em nenhum momento do período de sua ventilação esteve em posição prona.

Para o grupo prona, D1 equivale ao dia (24h antes) imediatamente anterior à instalação da posição prona; D2 a D4 são os dias subsequentes a ele, em que o paciente pode ou não ter repetido a posição prona.

## 5.6 ASPECTOS ÉTICOS

---

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e os pesquisadores assinaram o Termo de Compromisso para a utilização dos dados.

---

## **6 CONCLUSÃO**

Nosso trabalho foi o pioneiro em objetivar o estudo do efeito diurético da posição prona. Constatamos que, ao longo dos dias de ventilação mecânica estudados (D1 a D4), para ambos os grupos (prona e controle), houve um aumento da diurese e melhora do balanço hídrico. No entanto, esse desfecho não pode ser relacionado à posição prona.

---



**7 REFERÊNCIAS**

1. Lanetzki CS, de Oliveira CA, Bass LM, Abramovici S, Troster EJ. The epidemiological profile of Pediatric Intensive Care Center at Hospital Israelita Albert Einstein. *Einstein (Sao Paulo)*. 2012;10(1):16-21.
  2. Einloft PR, Garcia PC, Piva JP, Bruno F, Kipper DJ, Fiori RM. [A sixteen-year epidemiological profile of a pediatric intensive care unit, Brazil]. *Rev Saude Publica*. 2002;36(6):728-33.
  3. Batista NOW, Coelho MCdR, Trugilho SM, Pinasco GC, Santos EFdS, Ramos-Silva V. Clinical-epidemiological profile of hospitalised patients in paediatric intensive care unit. *Journal of Human Growth and Development*. 2015;25:187-93.
  4. Wiedemann H, Wheeler A, Bernard G, Thompson B, Hayden D, DeBoisblanc B, et al. National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *N Engl J Med*. 2006;354(24):2564-75.
  5. Fioretto J.R. FNA, Costa K.N., Nóbrega R.F. I Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica em Pediatria e Neonatologia - Ventilação mecânica na Lesão Pulmonar Aguda (LPA)/Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) 2008:13.
  6. Kornecki A, Frndova H, Coates AL, Shemie SD. 4A randomized trial of prolonged prone positioning in children with acute respiratory failure. *CHEST Journal*. 2001;119(1):211-8.
  7. Mure M, Martling CR, Lindahl SG. Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. *Crit Care Med*. 1997;25(9):1539-44.
  8. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *New England Journal of Medicine*. 2013;368(23):2159-68.
  9. Gattinoni L, Carlesso E, Taccone P, Polli F, Guerin C, Mancebo J. Prone positioning improves survival in severe ARDS: a pathophysiologic review and individual patient meta-analysis. *Minerva anesthesiologica*. 2010;76(6):448-54.
  10. Sud S, Friedrich JO, Adhikari NK, Taccone P, Mancebo J, Polli F, et al. Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ*. 2014;186(10):E381-90.
-

11. Piva&Celiny. *Medicina Intensiva em Pediatria*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2015. 1444 p.
  12. Nichols DG. *Rogers' Textbook os Pediatric Intensive Care*. 4th ed2008.
  13. van Steensel-Moll HA, Hazelzet JA, van der Voort E, Neijens HJ, Hackeng WH. Excessive secretion of antidiuretic hormone in infections with respiratory syncytial virus. *Arch Dis Child*. 1990;65(11):1237-9.
  14. Thompson BT, Chambers RC, Liu KD. Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 2017;377(6):562-72.
  15. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med*. 2015;16(5):428-39.
  16. Knepper MA, Kwon TH, Nielsen S. Molecular physiology of water balance. *N Engl J Med*. 2015;372(14):1349-58.
  17. Yerram P, Karuparthi PR, Misra M. Fluid overload and acute kidney injury. *Hemodial Int*. 2010;14(4):348-54.
  18. Sinitsky L, Walls D, Nadel S, Inwald DP. Fluid overload at 48 hours is associated with respiratory morbidity but not mortality in a general PICU: retrospective cohort study. *Pediatr Crit Care Med*. 2015;16(3):205-9.
  19. Maitland K, Kiguli S, Opoka RO, Engoru C, Olupot-Olupot P, Akech SO, et al. Mortality after fluid bolus in African children with severe infection. *N Engl J Med*. 2011;364(26):2483-95.
  20. de Caen AR, Berg MD, Chameides L, Gooden CK, Hickey RW, Scott HF, et al. Part 12: Pediatric Advanced Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132(18 Suppl 2):S526-42.
  21. Bryan AC. Conference on the scientific basis of respiratory therapy. Pulmonary physiotherapy in the pediatric age group. Comments of a devil's advocate. *Am Rev Respir Dis*. 1974;110(6 Pt 2):143-4.
  22. Douglas W.W. RK, Froukje M.B. Improved oxygenation in patients with acute respiratory failure: the prone position. *American Review of Respiratory Disease*. 1974;115:8.
  23. Kollef MH. Rescue therapy for the acute respiratory distress syndrome (ARDS). *Chest*. 1997;111(4):845-6.
  24. Gattinoni L, Protti A. Ventilation in the prone position: for some but not for all? *Canadian Medical Association Journal*. 2008;178(9):1174-6.
  25. Dickinson S, Park PK, Napolitano LM. Prone-positioning therapy in ARDS. *Critical care clinics*. 2011;27(3):511-23.
-

26. Cornejo RA, Diaz JC, Tobar EA, Bruhn AR, Ramos CA, Gonzalez RA, et al. Effects of prone positioning on lung protection in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(4):440-8.
  27. Guerin C, Baboi L, Richard JC. Mechanisms of the effects of prone positioning in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2014;40(11):1634-42.
  28. Guerin C. Prone position. *Curr Opin Crit Care*. 2014;20(1):92-7.
  29. Gillies D, Wells D, Bhandari AP. Positioning for acute respiratory distress in hospitalised infants and children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012(7):CD003645.
  30. Tonelli AR, Zein J, Adams J, Ioannidis JP. Effects of interventions on survival in acute respiratory distress syndrome: an umbrella review of 159 published randomized trials and 29 meta-analyses. *Intensive Care Med*. 2014;40(6):769-87.
  31. Bein T, Grasso S, Moerer O, Quintel M, Guerin C, Deja M, et al. The standard of care of patients with ARDS: ventilatory settings and rescue therapies for refractory hypoxemia. *Intensive Care Med*. 2016;42(5):699-711.
  32. Hering R, Wrigge H, Vorwerk R, Brensing KA, Schroder S, Zinserling J, et al. The effects of prone positioning on intraabdominal pressure and cardiovascular and renal function in patients with acute lung injury. *Anesth Analg*. 2001;92(5):1226-31.
  33. Fineman LD, LaBrecque MA, Shih MC, Curley MA. Prone positioning can be safely performed in critically ill infants and children. *Pediatr Crit Care Med*. 2006;7(5):413-22.
  34. Slater A, Shann F, Pearson G. PIM2: a revised version of the Paediatric Index of Mortality. *Intensive Care Med*. 2003;29(2):278-85.
  35. Brierley J, Carcillo JA, Choong K, Cornell T, Decaen A, Deymann A, et al. Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. *Crit Care Med*. 2009;37(2):666-88.
-

---

# **ANEXO**

---

## ANEXO - APROVAÇÃO CEP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO DA POSIÇÃO PRONA NA DIURESE E BALANÇO HÍDRICO DE PACIENTES PEDIÁTRICOS SUBMETIDOS A VENTILAÇÃO MECÂNICA

**Pesquisador:** Pedro Celiny Ramos Garcia

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 52057715.7.0000.5336

**Instituição Proponente:** UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.455.250

## Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa de mestrado, retrospectivo, cujo pesquisador responsável é o prof. Dr. Pedro Celiny R. Garcia. Serão incluídas 50 crianças entre um mês e 12 anos que estiveram internadas na UTIP do HSL no período de 5 anos ou até se atingir o "n" necessário, que serão divididas em dois grupos: grupo prona (GP - pacientes foram submetidos a posição prona em algum momento do estudo; N= 25) e; grupo controle (GC - pacientes que preenchem os critérios de inclusão, mas que não foram submetidos a posição prona durante o período do estudo; N= 25).

## Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo primário:** Verificar se a posição prona em pacientes pediátricos submetidos a ventilação mecânica aumenta a diurese com otimização no balanço hídrico.

**Objetivo secundário:** Determinar a associação entre o aumento da diurese e a posição prona. Determinar a associação entre o aumento da diurese e a melhora no balanço hídrico. Determinar a associação entre o aumento da diurese e a diminuição nos parâmetros ventilatórios e o tempo de ventilação mecânica. Elencar diferentes efeitos adversos associado a posição prona: úlceras de pressão, extubação acidental, perda de

**Endereço:** Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505  
**Bairro:** Partenon **CEP:** 90.619-900  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3320-3345 **Fax:** (51)3320-3345 **E-mail:** cep@pucls.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 1.455.250

acessos venosos, obstrução do tubo, perdas de dreno de tórax e parada cardiorrespiratória. Medir o tempo de posição prona diário de cada paciente. Estimar os efeitos das diversas estratégias para negativar o balanço hídrico na evolução clínica dos pacientes submetidos a ventilação mecânica. Verificar se o aumento da diurese e a otimização do balanço hídricos aumentam dias livres de ventilação mecânica e diminuem o tempo de internação em UTI Pediátrica.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: risco mínimos, já que se trata de uma revisão de prontuários.

Benefícios: buscar alternativa para melhora do balanço hídrico, através da posição em pacientes pediátricos em ventilação mecânica.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto de pesquisa com objetivos bem definidos e métodos adequados à proposta.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos termos foram apresentados.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O cronograma foi revisado conforme solicitação do CEP, portanto, todas as pendências foram atendidas adequadamente.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o CEP-PUCRS, de acordo com suas atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e da Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_645927.pdf	11/03/2016 10:56:00		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO11mar2016.pdf	11/03/2016 10:55:39	Rosirene Maria Frohlich Dall Agnese	Aceito
Outros	Cartadereticacaodocronograma.pdf	11/03/2016 10:55:14	Rosirene Maria Frohlich Dall Agnese	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	16/12/2015 14:23:56	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito

**Endereço:** Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505  
**Bairro:** Partenon **CEP:** 90.619-900  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3320-3345 **Fax:** (51)3320-3345 **E-mail:** cep@pucls.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 1.455.250

Outros	TermodeCompromissodedados.pdf	16/12/2015 14:16:03	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Outros	ProtocoloCPC.pdf	16/12/2015 14:15:31	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Outros	LinkCurriculoLattes.pdf	16/12/2015 14:15:06	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Outros	DocumentoUnificadodoProjetodePesqui sa_1449793889896.pdf	16/12/2015 14:14:33	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Outros	CartadeAprovacaodaComissaoCientifica 1449793889896.pdf	16/12/2015 14:14:06	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Outros	Cartachefeservico.pdf	16/12/2015 14:13:37	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Outros	Apresentacaoprojeto.pdf	16/12/2015 14:12:49	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Orçamento	orcamentoaprovadocpc.pdf	16/12/2015 14:12:04	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	16/12/2015 14:11:42	Pedro Celiny Ramos Garcia	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PORTO ALEGRE, 17 de Março de 2016

Assinado por:  
**Denise Cantarelli Machado**  
(Coordenador)

**Endereço:** Av.Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505  
**Bairro:** Partenon **CEP:** 90.619-900  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3320-3345 **Fax:** (51)3320-3345 **E-mail:** cep@pucrs.br

---

# APÊNDICE

---



**APÊNDICE - ARTIGO ORIGINAL****RESUMO**

**Objetivo:** Verificar se a posição prona em pacientes pediátricos submetidos a ventilação mecânica aumenta a diurese com otimização no balanço hídrico, bem como aferir se essa melhora repercute em dias de ventilação mecânica e de internação em Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP). **Métodos:** coorte retrospectiva através de revisão de prontuários. Foram selecionados os pacientes, submetidos a VM por causa pulmonar, com idade entre 1 mês e 12 anos, divididos em grupo prona (GP) e grupo controle (GC). Os grupos foram então comparados. Em segundo momento, os grupos foram analisados longitudinalmente de D1 a D4. **Resultados:** foram incluídos 84 pacientes e, após as perdas, permaneceram 77 (GP=37 e GC=40). Em termos de idade, sexo, patologias, escores de mortalidade, óbito, uso de drogas vasoativas e ocorrência de intercorrências os grupos foram semelhantes. Na comparação entre os grupos não houve melhora significativa na diurese, balanço hídrico, tempo de ventilação mecânica e de internação em UTIP. Com relação ao uso de diuréticos, houve maior uso de furosemida ( $P<0,001$ ) e de espironolactona ( $P=0,04$ ) no GP. Quando realizada análise longitudinal de medidas repetidas através de ANOVA de D1 a D4, evidenciou-se que tanto o GP quanto o GC tiveram melhora da diurese e do balanço hídrico, com melhora mais significativa de D1 para D2 no GP ( $P=0,034$ ). No entanto, ao se verificar essa melhora, não foi possível relacioná-la à posição prona e, sim ao uso de diuréticos, em especial de furosemida. **Conclusão:** Ao longo dos dias de ventilação mecânica estudados (D1 a D4), houve melhora tanto na diurese quanto no balanço hídrico dos pacientes de ambos os grupos, sem evidenciar-se, no entanto, superioridade do grupo prona em relação ao controle.

**Descritores:** posição prona / decúbito ventral, diurese, balanço hídrico, respiração artificial, unidades de terapia intensiva pediátrica.

---

**ABSTRACT**

**Objective:** To verify if the prone position in pediatric patients submitted to mechanical ventilation increases diuresis with optimization in the hydric balance as well as to verify if this improvement has repercussions in days of mechanical ventilation and hospitalization in the Pediatric Intensive Care Unit (PICU). **Methods:** Retrospective cohort through review of medical records. It was selected patients who were submitted to ventilation for pulmonary causes, aged from 1 month to 12 years old and divided into prone group (PG) and control group (CG). The groups were then compared. Secondly, the groups were analyzed longitudinally from D1 to D4. **Results:** 84 patients were included and, after some losses, 77 (PG=37 and CG=40) remained. Regarding age, sex, pathologies, index of mortality, death, use of vasoactive drugs and occurrence of intercurrents, the groups were similar. There was no significant improvement of diuresis, hydric balance, mechanical ventilation and hospitalization duration in the PICU. Regarding the use of diuretics, there was greater use of furosemide ( $P<0.001$ ) and spironolactone ( $P=0.04$ ) in the PG. When performed a longitudinal analysis of repeated measures through ANOVA of D1 to D4, it was shown that both PG and CG had improved diuresis and hydric balance, with a more significant improvement from D1 to D2 in the PG ( $P=0.034$ ). However, when verifying this improvement, it was not possible to relate it to the prone position, instead it was related to the use of diuretics, furosemide especially. **Conclusion:** Throughout the analysed days of mechanical ventilation (D1 to D4), there was improvement of both diuresis and hydric balance of patients in both groups, without showing, however, superiority of the prone group in relation to the control group.

**Keywords:** prone position; diuresis; water balance; respiration, artificial; intensive care units, pediatric.

---

## INTRODUÇÃO

Doenças respiratórias em pediatria são importantes causas de hospitalização e internação em Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP). A evolução desses quadros para falência ventilatória leva à necessidade de suporte ventilatório por ventilação mecânica (VM).

Os pacientes em ventilação mecânica apresentam propensão à retenção hídrica. Tanto pelo aumento da secreção do hormônio antidiurético (ADH) e ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, quanto pela vasoplegia periférica induzida pelo uso de sedativos e analgésicos, como os benzodiazepínicos e opioides. Essa retenção sofre piora pela falta de mobilização dos membros reduzindo o efeito de “bomba” da musculatura no retorno venoso. Além disso, a gravidade da doença dos pacientes, faz com que seja necessário, na maioria das vezes, ressuscitação volumétrica agressiva, levando, após estabilização hemodinâmica, ao balanço hídrico (BH) positivo cumulativo e a consequente sobrecarga hídrica.(1)

Estudos prévios têm demonstrado que o balanço hídrico positivo, em pacientes adultos e pediátricos em ventilação mecânica, está associado a piores desfechos como maior mortalidade menos dias livres de ventilação mecânica, piores índices de oxigenação, mais dias de internação em UTIP e no hospital.(1-3)

Há, portanto, interesse em se demonstrar alternativas para a otimização do balanço hídrico e, por consequência, melhores resultados para os pacientes pediátricos. Já existem evidências que a restrição hídrica e a manutenção adequada do débito urinário podem melhorar a função pulmonar e diminuir tempo de ventilação mecânica.(4) Entre essas alternativas encontram-se o estímulo da diurese através do uso de diuréticos e de drogas vasoativas, eventualmente terapia de substituição renal e, menos comumente, a instauração da posição prona (PP).

Há estudos que abordam a PP como alternativa para a melhora da oxigenação, do recrutamento pulmonar, da troca de gases em pacientes com falência respiratória.(5-7) Outra evidência seria de que a PP estaria relacionada à diminuição da lesão pulmonar causada pela VM e ao aumento da sobrevivência em pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA).(8-10)

---

No entanto, apenas um estudo, cujo objetivo principal era demonstrar o benefício da PP nesses aspectos já conhecidos, acabou por observar aumento da diurese nos pacientes que eram pronados.(6)

Até o presente momento, não existem estudos que avaliaram esse desfecho, associando a posição prona com o aumento da diurese e consequente otimização do balanço hídrico em crianças com doença pulmonar, submetidas a ventilação mecânica.

Em nosso serviço, temos observado que o acúmulo de líquidos em crianças submetidas a ventilação mecânica ocorre com mais frequência e intensidade a partir do segundo e terceiro dias de VM. Pela nossa prática clínica, percebemos que os pacientes ventilados em posição prona tem aumento da sua diurese e melhora do balanço hídrico. Por esse motivo, já se tem adotado a posição prona em pacientes ventilados por mais de três dias. No entanto, ainda não há comprovações acerca desse desfecho.

Portanto, o objetivo desse estudo foi demonstrar a relação possível entre posição prona e aumento da diurese e a melhora do BH em pacientes pediátricos submetidos a ventilação mecânica.

## **MÉTODOS**

Estudo de coorte retrospectivo realizado através de revisão de prontuários, realizado na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (HSL-PUCRS).

Foram selecionados os pacientes internados, submetidos a ventilação mecânica por causa pulmonar, com idade entre 1 mês e 12 anos, no período janeiro de 2013 a dezembro de 2015. Os pacientes foram divididos em dois grupos. O grupo prona (GP) foi aquele em que os pacientes foram submetidos a posição prona em algum momento do estudo. O grupo controle (GC) foi aquele em que os pacientes preencheram os critérios de inclusão, mas que não foram submetidos a posição prona durante o período do estudo. Foram excluídos os pacientes portadores doença

---

pulmonar crônica, os pacientes traqueostomizados, os pacientes que necessitaram de terapia substitutiva renal e os pacientes em uso crônico de diuréticos.

Todos os pacientes tiveram ficha individualizada, na qual foram anotados os dados demográficos e as variáveis em questão (idade, sexo, peso na admissão, escore de mortalidade segundo o *Pediatric Index of Mortality 2* (PIM 2), diagnóstico principal, diagnóstico secundário e condição crônica, perfil de vírus respiratórios, tempo de VM, relação entre o tempo de PP e tempo de VM, óbito, tempo de internação na UTIP e no hospital. Ainda foram coletados dados diários de cada paciente: balanço hídrico, diurese, parâmetros de VM, uso de diuréticos e de drogas vasoativas (através do índice drogas vasoativas), tempo de posição prona (sendo que tempo de prona igual a zero nos pacientes do grupo controle). Verificou-se, ainda, intercorrências durante o período de ventilação mecânica.

O balanço hídrico foi calculado a partir do volume administrado por via enteral e parenteral menos o volume eliminado, incluindo urina, fezes, resíduo gástrico, perda sanguínea e fluidos provenientes de drenagens cirúrgicas.

A diurese de cada paciente foi descrita em ml/kg/h e o balanço hídrico total, positivo ou negativo, em ml/kg/dia, todos registrados em intervalos de 24 horas desde o dia de início da ventilação mecânica até o dia da extubação. A dose diária de diuréticos administrados foi descrita em mg/kg/dia. Foi calculado o índice de drogas vasoativas (IDV), no horário da visita médica realizada pela manhã: [dopamina + dobutamina + (adrenalina X 100) + (noradrenalina X 100) + (milrinone X 10)], com todas drogas expressas em mcg/kg/min.

Em relação aos desfechos, os pacientes foram divididos em dois grupos, grupo prona e grupo controle, comparados entre si em relação às variáveis já citadas.

O desfecho principal foi o aumento da diurese e melhora do balanço hídrico nos pacientes pronados. O desfecho secundário foram os dias de VM e os dias de internação em UTIP e no hospital. Os testes utilizados para a análise das variáveis foram o Teste de Mann-Whitney e o Teste do Qui-Quadrado ou Exato de Fisher.

Para analisar a relação entre as variáveis (posição prona, aumento da diurese, dias de VM, sexo, idade, peso, PIM2 e balanço hídrico) foi utilizado o modelo linear generalizado. Foi considerado estatisticamente significativo um valor de  $p < 0,15$  na

---

análise univariada para inclusão na multivariável e um valor de  $p < 0,05$  na análise multivariável (ANOVA). Todas as análises foram realizadas utilizando o SPSS disponível na instituição.

No presente estudo, foi calculado um tamanho amostral de 50 pacientes (25 para cada grupo), com poder de 80%. O desfecho esperado foi de que 70% dos pacientes submetidos a posição prona tivessem um aumento na diurese que refletisse em pelo menos 15% de melhora no balanço hídrico, com intervalo de confiança de 95%. Esse número foi aumentado para 84 pacientes (42 em cada grupo) para permitir os ajustes das demais variáveis estudadas.

Durante a coleta de dados, houve quatro perdas relacionadas a dados faltantes nos registros de prontuários e uma perda pois o paciente necessitou de diálise peritoneal (3 do grupo prona e 2 do grupo controle), totalizando um  $n=79$ .

Na análise multivariada, do dia 1 ao dia 4, foram excluídos mais dois pacientes (do grupo controle) que apresentavam tempo de ventilação mecânica inferior a quatro dias. O  $n$  final ficou de 77, no GP=37 e no GC=40.

Para análise longitudinal, optou-se por conduzir uma ANOVA de medidas repetidas em 4 momentos D1 a D4 em ambos os grupos (GP e GC). Através dessa ANOVA foram comparadas a diurese, o balanço hídrico e o uso de furosemida.

Para o grupo controle, D1 equivale ao primeiro dia de VM; D2 a D4 são os dias subsequentes em que o paciente estava em VM e em nenhum momento do período de sua ventilação esteve em posição prona.

Para o grupo prona, D1 equivale ao dia (24h antes) imediatamente anterior à instalação da posição prona; D2 a D4 são os dias subsequentes a ele, em que o paciente pode ou não ter repetido a posição prona.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e os pesquisadores assinaram o Termo de Compromisso para a utilização dos dados.

## **RESULTADOS**

---

A partir da amostra previamente calculada ( $n=50$ ), foram coletados dados, retrospectivamente, de dezembro de 2015 a janeiro de 2013, encontrando 84 pacientes que preencheram os critérios de inclusão (Fluxograma 1). Essa amostra foi caracterizada conforme mostra a Tabela 1. A mediana de idade entre os grupos foi de 3 meses (IIQ 2,0-6,0) para o grupo prona e de 4 meses (IIQ 2,0-9,0) para o grupo controle ( $P=0,485$ ). O sexo masculino foi predominante para ambos os grupos ( $P=0,674$ ). O escore de mortalidade segundo o Pediatric Index of Mortality 2 (PIM 2) foi semelhante entre os grupos ( $P=0,914$ ). Em termos de diagnóstico principal entre os grupos, houve predominância de bronquiolite e crises de sibilância em lactentes (GP 89,2% e GC 81%,  $P=0,308$ ). A pesquisa de vírus respiratórios evidenciou que o Vírus Sincicial Respiratório (VSR) foi o que mais apareceu (GP 48,6% e GC 42,9%,  $P=0,606$ ). Em termos de diagnóstico secundário, no grupo prona, 10,8% dos pacientes evoluiu com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) contra 0% no grupo controle ( $P=0,028$ ). Não houve diferença entre os grupos com relação às condições crônicas encontradas nos pacientes.

Os desfechos estão descritos na Tabela 2: O número de óbitos nos grupos foi semelhante ( $P=0,927$ ), havendo ocorrência de um óbito para cada grupo. A maior parte dos pacientes incluídos no estudo não apresentou intercorrências (GP 73% e GC 83,3%,  $P=0,263$ ). Dentre as intercorrências presentes evidenciaram-se pneumotórax, parada cardiorrespiratória dos pacientes em posição prona e supina, extubação acidental e falhas de extubação. O número de intercorrências entre os grupos não diferiu estatisticamente. Quando comparados os tempos de ventilação mecânica e de internação em UTI Pediátrica, verificou-se que o GP apresentou pacientes que ficaram mais tempo em VM e em UTIP ( $P<0,001$  para ambos). Não houve diferença entre os grupos com relação ao tempo de internação hospitalar ( $P=0,460$ ). Em relação ao uso de diuréticos e drogas vasoativas (Tabela 2): o GP usou mais furosemida e espironolactona comparado ao GC ( $P<0,001$  e  $P=0,04$ , respectivamente). O uso de drogas vasoativas, calculado através do Índice de Drogas Vasoativas (IDV) foi semelhante entre os grupos ( $P=0,906$ ).

Para os pacientes que foram pronados, a mediana da relação entre o tempo de prona e o tempo de VM foi de 16,5% (IIQ 10,7-24,7). (Tabela 3)

---

Ainda no grupo prona, para que se pudesse fazer uma avaliação longitudinal, foram considerados os três primeiros dias de posição prona e o dia imediatamente anterior (24h) da instalação da PP (D1). Os três primeiros dias de PP não necessariamente equivaleram aos primeiros dias de ventilação mecânica.

A mediana em horas e os intervalos interquartis do tempo de PP nos quatro dias avaliados foi, portanto: D1= zero, D2= 13,0 (8,0-14,0), D3= 12,0 (10,0-16,0) e D4= 0 (0-11,0) (Tabela 3).

No grupo controle, para essa análise longitudinal, foram considerados os primeiros quatro dias de VM (D1 a D4).

Uma ANOVA de medidas repetidas foi conduzida para comparar a diurese, o balanço hídrico e o uso de furosemida de pacientes que receberam a intervenção (prona) com aqueles que não foram pronados. Um total de 37 crianças foram pronadas e comparadas com 40 não pronadas.

Para a diurese, não houve diferença significativa entre os grupos de tratamento com  $P = 0,585$  (Figura 1). A diurese foi medida no momento D1 (média do primeiro dia), D2 (média do segundo dia), D3 (média do terceiro dia) e D4 (média do quarto dia). Dados completos estavam disponíveis em todos os momentos para todos os pacientes. O teste de Mauchly indicou que o pressuposto de esfericidade foi preservado ( $P = 0,351$ ) portanto, não houve necessidade de correção. Não houve uma interação significativa entre o tempo e o grupo ( $F = 2,42$  (3, 225),  $P = 0,067$ ). As comparações *post-hoc* (Tabela 4) indicaram que não houve diferença entre os dois grupos no momento D1 ( $P = 0,345$ ). Houve diferença significativa entre os dois grupos no momento D2 ( $P = 0,034$ ) e a partir do D3, não houve diferença entre o grupo prona e o grupo controle ( $P = 0,460$  e  $P = 0,474$ , respectivamente).

Para o balanço hídrico (BH) não houve diferença significativa entre os grupos de tratamento com  $P = 0,157$  (Figura 2). O BH foi medido nos mesmos momentos da diurese. O teste de Mauchly indicou que o pressuposto de esfericidade também foi preservado ( $P = 0,667$ ), portanto, não houve necessidade de correção. Houve uma interação significativa entre o tempo e o grupo ( $F = 4,76$  (3, 225),  $P = 0,03$ ). As comparações *post-hoc* (Tabela 4) indicaram que não houve diferença entre os dois grupos no momento D1 ( $P = 0,069$ ). Houve diferença significativa entre os dois grupos

---



no momento D2 ( $P = 0,001$ ) e a partir do D3, não houve diferença entre o grupo prona e o grupo controle ( $P = 0,255$  e  $P = 0,199$ , respectivamente).

Para comparar a dose de furosemida usada pelos pacientes do GP e do GC também foi conduzida uma ANOVA de medidas repetidas (Figura 3). A dose média de furosemida foi medida nos mesmos momentos da diurese e do BH. Houve diferença significativa na dose de furosemida entre os grupos de tratamento com  $P < 0,001$ . O teste de Mauchly indicou que o pressuposto de esfericidade foi violado ( $P < 0,001$ ) portanto e os graus de liberdade foram corrigidos pelo método de Huynh-Feldt. Não houve uma interação significativa entre o tempo e o grupo ( $F = 0,61$  (2,58, 196,31),  $P = 0,585$ ). As comparações *post-hoc* (Tabela 4) indicaram que houve diferença significativa entre os dois grupos desde o primeiro momento ( $P < 0,001$ ).

## **DISCUSSÃO**

Esse é o primeiro estudo que objetivou a verificação do “efeito diurético” da posição prona. Ele foi conduzido retrospectivamente através de revisão de prontuários de pacientes pediátricos mecanicamente ventilados por causa pulmonar. Esse estudo foi motivado pela observação clínica em nosso serviço de que os pacientes submetidos a posição prona apresentavam um aumento da diurese, assim que seu decúbito era mudado de dorsal para ventral. Inicialmente, muitos de nossos pacientes foram submetidos a posição prona por serem muito graves e necessitarem dos benefícios já comprovados da PP, como melhora na oxigenação e diminuição nos riscos de lesão pulmonar induzida por VM. (5-10)

No entanto, a partir do momento em que se percebeu que os pacientes pronados melhoravam sua diurese, começou-se a proná-los com esse objetivo. Por ser prática segura (11) e facilmente exequível em crianças, baseado no racional de que haveria mobilização de fluidos pulmonares(12), tal manobra passou a ser considerada sempre que se pensava em melhorar a diurese desses pacientes. Aventou-se, até mesmo, que esses pacientes poderiam precisar menos de diuréticos.

Contudo, por ser prática incipiente, nem todos os pacientes receberam o mesmo tempo de prona ou foram pronados em determinado tempo.

---

Apesar de os pacientes terem sido escolhidos ao acaso e os grupos prona e controle serem semelhantes em suas características de base como idade, patologias, escore de gravidade, nosso estudo não conseguiu estabelecer essa relação.

Inclusive, ao se estudar as variáveis como tempo de VM, tempo de internação em UTIP e uso de diuréticos, o grupo que não foi pronado apresentou melhores desfechos.

Especulamos que isso tenha acontecido por se tratar de um estudo retrospectivo, em que não foi estabelecido previamente um protocolo de manejo. Portanto, houve heterogeneidade entre o tempo de início da posição prona; para uns, foi instalada precocemente, para outros, mais tardiamente. Em muitos casos, a posição prona foi uma medida de resgate após o início e aumento de diuréticos e de drogas vasoativas.

Um dos vieses importantes do nosso estudo, que pode ter colaborado para a não comprovação desse efeito diurético, foi que os pacientes do grupo controle foram comparados aos do grupo prona em dias diferentes de evolução. No grupo controle, D1 era o primeiro dia de ventilação mecânica, em que o paciente precisava de ressuscitação volumétrica para a sua estabilização. Portanto, até que essa estabilidade clínica fosse atingida, esses pacientes não usavam diuréticos. A prescrição de diuréticos para os pacientes em VM se dá na evolução do quadro, quando o objetivo é justamente melhorar o balanço hídrico, tão deletério para os desfechos de nossos pacientes. (1-3) No grupo prona, o D1 nunca foi o primeiro dia de VM, podendo ter sido o D2, o D3, o D4, o D5, etc. Nesses dias, o paciente já tem seu diurético prescrito e, muitas vezes, em doses crescentes a fim de se minimizar os efeitos da sobrecarga hídrica.

Idealmente, em um estudo prospectivo, a comparação deve ser feita entre os dias de pico de sobrecarga hídrica (que costumam ser os primeiros – D3 e D4 da VM) para ambos os grupos. Prospectivamente pode-se controlar o início da instalação da posição prona, diminuindo sensivelmente esse viés.

Nossa amostra, apesar de ter sido calculada para demonstrar a melhora da diurese e do BH, não foi calculada para os desfechos de diminuição dos dias de VM e de internação em UTIP, portanto, qualquer conclusão acerca dessas variáveis, fica comprometida.

---

Outro aspecto, a ser considerado como limitação, é que o escore de mortalidade (PIM 2) utilizado no estudo, prediz o risco de mortalidade no momento da admissão na UTIP.(13) Nossa impressão é de que os pacientes que evoluíram de maneira mais grave é que foram pronados. A evolução desfavorável do paciente, foi o que, muitas vezes, motivou a instauração da posição prona. Inclusive, no grupo prona, 10,8% dos pacientes tiveram o diagnóstico de síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) associado a sua doença de base, o que, por si só, já aumenta a gravidade em relação aos pacientes que apresentaram diagnóstico isolado de bronquiolite. Portanto, como o PIM 2 não reflete a evolução do paciente, embora os GP e GC sejam semelhantes no momento da admissão, é possível que os grupos tenham se tornado heterogêneos, comprometendo a sua comparação na análise longitudinal ao longo dos dias de VM.

Para pacientes mais graves, a terapêutica é mais agressiva e o tempo de evolução para a recuperação da doença pode ser maior, o que justificaria os dados de que nossos pacientes pronados ficaram mais tempo em VM e em UTIP. Ainda por esse motivo, foram utilizadas mais estratégias para a sua melhora, como maiores doses de diuréticos e a instalação da posição prona.

A relação causal de que os pacientes que foram pronados tiveram maior diurese porque receberam mais doses de diuréticos não pode ser estabelecida, visto que, mesmo que esses pacientes não fossem pronados, provavelmente, pela evolução dos dias de VM e por sua gravidade, eles receberiam doses maiores de diuréticos.

Embora o poder de nossa amostra não tenha sido calculado para o desfecho intercorrência, pôde-se demonstrar que a posição prona é segura, já que não houve diferença significativa nas ocorrências de eventos adversos em nossa amostra.

O nosso estudo, embora não comprove nossa hipótese inicial, aborda a posição prona como alternativa factível, barata e segura à otimização da diurese e do balanço hídrico, merecendo, no futuro, ser assunto de estudo prospectivo e controlado.

---

## Fluxograma 1. Seleção dos pacientes

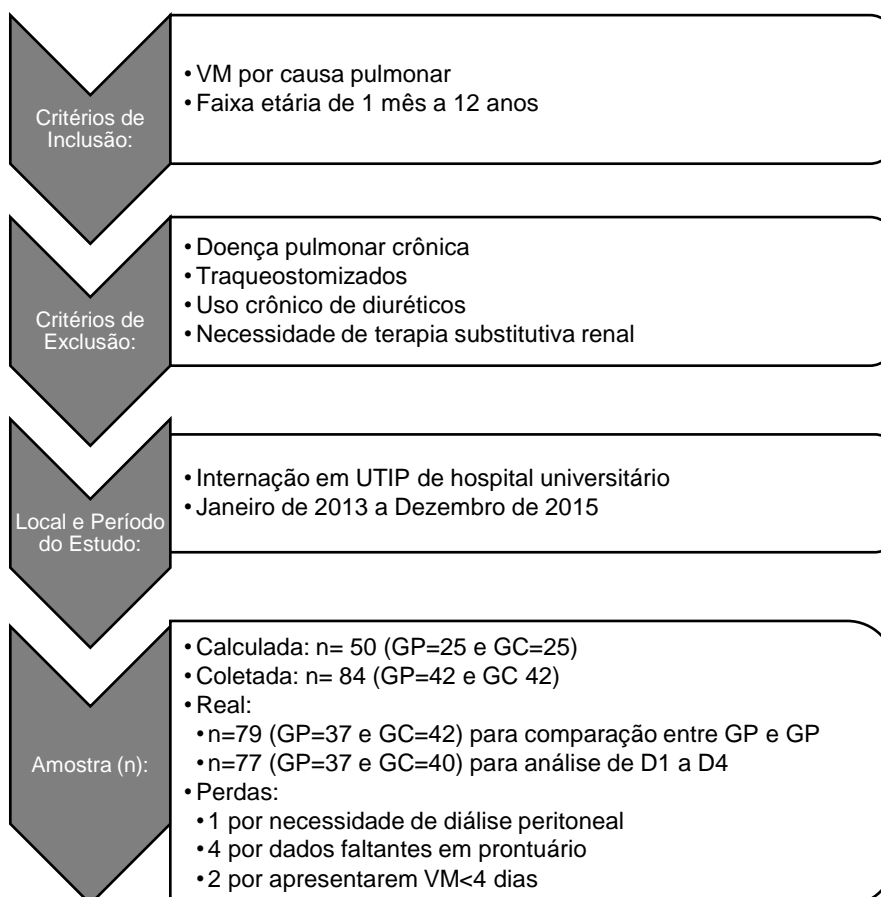


Tabela 1. Caracterização da amostra

	Grupo Prona n= 37	Grupo Controle n= 42	Valor P**
<b>Idade (meses); mediana (IIQ*)</b>	3,0 (2,0-6,0)	4,0 (2,0-9,0)	0,485
<b>Sexo masculino; n (%)</b>	22,0 (59,5%)	23,0 (54,8%)	0,674
<b>Escore de Mortalidade PIM2; mediana (IIQ)</b>	2,0 (1,0-5,3)	1,1 (0,9-5,3)	0,914
<b>Diagnóstico Principal; n (%)</b>			
Bronquiolite / Lactente sibilante	33 (89,2%)	34 (81,0%)	0,308
Pneumonia / Pneumonia com derrame pleural	4 (10,8%)	6 (14,2%)	0,643
Outros	0 (0%)	2 (4,8%)	0,178
<b>Diagnóstico secundário; n (%)</b>			
Ausente	23 (62,2%)	24 (57,1%)	0,650
SDRA	4 (10,8%)	0 (0%)	<b>0,028</b>
Sepse	0 (0%)	4 (9,5%)	0,054
Choque séptico	1 (2,7%)	0 (0%)	0,283
Outros	9 (24,3%)	14 (33,3%)	0,379
<b>Pesquisa de Vírus Respiratórios; n (%)</b>			
Não realizada	2 (5,4%)	4 (9,5%)	0,490
Negativa	11 (29,7%)	16 (38,1%)	0,110
VSR	18 (48,6%)	18 (42,9%)	0,606
Influenza A	0 (0%)	1 (2,4%)	0,344
Parainfluenza 3	1 (2,7%)	1 (2,4%)	0,927
Adenovírus	1 (2,7%)	0 (0%)	0,283
VSR + Adenovírus	1 (2,7%)	1 (2,4%)	0,927
VSR + Parainfluenza 3	3 (8,1%)	1 (2,4%)	0,246
<b>Condição Crônica; n (%)</b>			
Ausente	21 (56,8%)	29 (69%)	0,258
Prematuridade ≤30semanas	3 (8,1%)	0 (0%)	0,059
Prematuridade > 30 semanas	3 (8,1%)	3 (7,1%)	0,871
CC associadas	2 (5,4%)	3 (7,1%)	0,751
Outras (encefalopatia, fibrose cística, cardiopatia, síndrome de Down, SIDA)	8 (21,6%)	7 (16,8%)	0,575

\*IIQ = intervalo interquartil \*\*Variáveis numéricas – teste de Mann-Whitney; Variáveis categóricas – teste do Qui-Quadrado ou Exato de Fisher

Tabela 2. Comparação dos desfechos

	Grupo Prona n= 37	Grupo Controle n= 42	Valor P**
<b>Tempo de VM (dias); mediana (IIQ)</b>	9,9 (7,1-12,2)	6,7 (4,8-8,6)	<b>&lt;0,001</b>
<b>Tempo de Internação UTIP (dias); mediana (IIQ)</b>	14,0 (10,0-19,0)	10,5 (7,0-14,0)	<b>&lt;0,001</b>
<b>Tempo de Internação Hospitalar (dias); mediana (IIQ)</b>	21,0 (16,0-27,0)	18,0 (15,0-24,0)	0,460
<b>Óbito; n (%)</b>	1,0 (2,7%)	1,0 (2,4%)	0,927
<b>Diuréticos</b>			
Furosemida (mg/kg/dia); mediana (IIQ*)	1,62 (1,29-2,33)	1,04 (0,58-1,40)	<0,001
Espironolactona (mg/kg/dia); mediana (IIQ*)	0,91 (0,56-1,43)	0,71 (0-1,11)	0,04
<b>Índice de drogas vasoativas; mediana (IIQ*)</b>	9,11 (6,54-12,89)	10,0 (6,25-14,55)	0,906
<b>Intercorrências; n (%)</b>			
Ausente	27 (73,0%)	35 (83,3%)	0,263
Pneumotórax	2 (5,4%)	3 (7,1%)	0,751
PCR em prona	1 (2,7%)	0 (0%)	0,283
PCR em supina	2 (5,4%)	0 (0%)	0,127
Extubação acidental durante a prona	0 (0%)	0 (0%)	0,999
Extubação acidental em supina	1 (2,7%)	1 (2,4%)	0,927
Falha de extubação	1 (2,7%)	1 (2,4%)	0,927
Outras	3 (8,1%)	2 (4,8%)	0,542

\*IIQ = intervalo interquartil

\*\*Variáveis numéricas – teste de Mann-Whitney; Variáveis categóricas – teste do Qui-Quadrado ou Exato de Fisher

Tabela 3. Relação tempo de posição prona e tempo de ventilação mecânica e Tempo de prona nos dias estudados

<b>Tempo de prona / Tempo VM*</b>	16,5% (10,7-24,7)
<b>Tempo prona (h) *</b>	
<b>Dia 1</b>	0
<b>Dia 2</b>	13,0 (8,0-14,0)
<b>Dia 3</b>	12,0 (10,0-16,0)
<b>Dia 4</b>	0 (0-11,0)
*Mediana (IQ 25-75)	

**Tabela 4. Resultados das medidas repetidas em quatro momentos no tempo**

Ponto no tempo	Grupo Prona* n =37	Grupo Controle* n =40	Diferença média (IC95%)	Valor P**
Diurese (ml/kg/h)				
Dia 1	3,19 (0,22)	2,90 (0,21)	0,29 (-0,317 a 0,895)	0,345
Dia 2	3,89 (0,20)	3,30 (0,19)	0,59 (0,047 a 1,1370)	<b>0,034</b>
Dia 3	3,92 (0,22)	4,15 (0,22)	-0,23 (-0,852 a 0,389)	0,460
Dia 4	4,08 (0,22)	4,30 (0,21)	-0,22 (-0,824 a 0,387)	0,474
Balanço Hídrico (ml/kg/dia)				
Dia 1	37,57 (4,90)	50,11 (4,71)	-12,54 (-26,07 a 1,00)	0,069
Dia 2	13,48 (4,40)	34,26 (4,23)	-20,77 (-32,94 a -8,61)	<b>0,001</b>
Dia 3	15,27 (5,17)	7,05 (4,97)	8,23 (-6,07 a 22,52)	0,255
Dia 4	13,29 (4,37)	5,43 (4,20)	7,86 (- 4,22 a 19,94)	0,199
Furosemida (mg/kg/dia)				
Dia 1	1,03 (0,15)	0,05 (0,14)	0,98 (0,57 a 1,38)	<b>&lt; 0,001</b>
Dia 2	1,49 (0,15)	0,29 (0,14)	1,19 (0,78 a 1,61)	<b>&lt; 0,001</b>
Dia 3	1,76 (0,16)	0,78 (0,16)	0,98 (0,53 a 1,43)	<b>&lt; 0,001</b>
Dia 4	2,14 (0,18)	1,22 (0,17)	0,92 (0,42 a 1,42)	<b>&lt; 0,001</b>

\*Média (Erro Padrão), baseado nas estimativas marginais

\*\*Ajuste para comparações múltiplas: diferença mínima significativa.

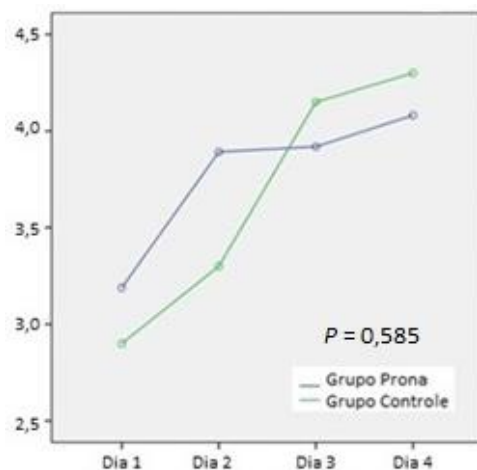


Figura 1. Diurese (ml/kg/h) x Tempo (dias)

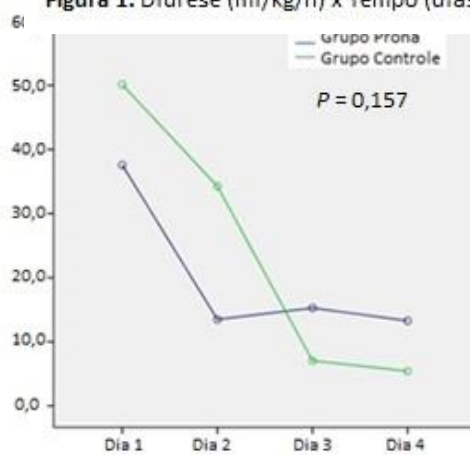


Figura 2. Balanço hídrico (ml/kg/dia) x Tempo (dias)

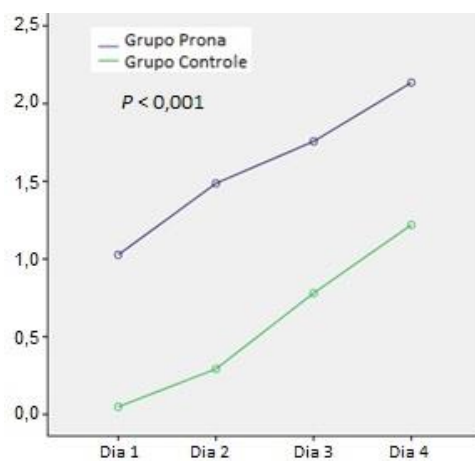


Figura 3. Furosemida (mg/kg/dia) x Tempo (dias)



**REFERÊNCIAS**

1. Lubrano R, Cecchetti C, Elli M, Tomasello C, Guido G, Di Nardo M, et al. Prognostic value of extravascular lung water index in critically ill children with acute respiratory failure. *Intensive care medicine*. 2011;37(1):124-31.
  2. Flori HR, Church G, Liu KD, Gildengorin G, Matthay MA. Positive fluid balance is associated with higher mortality and prolonged mechanical ventilation in pediatric patients with acute lung injury. *Crit Care Res Pract*. 2011;2011:854142.
  3. Arikan AA, Zappitelli M, Goldstein SL, Naipaul A, Jefferson LS, Loftis LL. Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(3):253-8.
  4. Wiedemann H, Wheeler A, Bernard G, Thompson B, Hayden D, DeBoisblanc B, et al. National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *N Engl J Med*. 2006;354(24):2564-75.
  5. Curley MA, Thompson JE, Arnold JH. The effects of early and repeated prone positioning in pediatric patients with acute lung injury. *Chest*. 2000;118(1):156-63.
  6. Kornecki A, Frndova H, Coates AL, Shemie SD. 4A randomized trial of prolonged prone positioning in children with acute respiratory failure. *CHEST Journal*. 2001;119(1):211-8.
  7. Mure M, Martling CR, Lindahl SG. Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. *Crit Care Med*. 1997;25(9):1539-44.
  8. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *New England Journal of Medicine*. 2013;368(23):2159-68.
  9. Gattinoni L, Carlesso E, Taccone P, Polli F, Guerin C, Mancebo J. Prone positioning improves survival in severe ARDS: a pathophysiologic review and individual patient meta-analysis. *Minerva anesthesiologica*. 2010;76(6):448-54.
  10. Sud S, Friedrich JO, Adhikari NK, Taccone P, Mancebo J, Polli F, et al. Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ*. 2014;186(10):E381-90.
  11. Fineman LD, LaBrecque MA, Shih MC, Curley MA. Prone positioning can be safely performed in critically ill infants and children. *Pediatr Crit Care Med*. 2006;7(5):413-22.
-

12. Gattinoni L, Protti A. Ventilation in the prone position: for some but not for all? Canadian Medical Association Journal. 2008;178(9):1174-6.
  13. Brady AR, Harrison D, Black S, Jones S, Rowan K, Pearson G, et al. Assessment and optimization of mortality prediction tools for admissions to pediatric intensive care in the United kingdom. Pediatrics. 2006;117(4):e733-42.
-