



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DARLLYANA DE SOUSA SOARES

**EFEITOS DA HIDROTERAPIA EM BALDE SOBRE SINAIS
VITAIS, NECESSIDADE DE OXIGÊNIO, PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS E TÔNUS MUSCULAR EM BEBÊS
PREMATUROS COM DISPLASIA BRONCOPULMONAR**

Londrina
2025



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
DOUTORADO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

DARLLYANA DE SOUSA SOARES

**EFEITOS DA HIDROTERAPIA EM BALDE SOBRE SINAIS
VITAIS, NECESSIDADE DE OXIGÊNIO, PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS E TÔNUS MUSCULAR EM BEBÊS
PREMATUROS COM DISPLASIA BRONCOPULMONAR**

Londrina
2025

DARLLYANA DE SOUSA SOARES

**EFEITOS DA HIDROTERAPIA EM BALDE SOBRE SINAIS
VITAIS, NECESSIDADE DE OXIGÊNIO, PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS E TÔNUS MUSCULAR EM BEBÊS
PREMATUROS COM DISPLASIA BRONCOPULMONAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera), como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof^a Dr^a Vanessa Suziane Probst.

Londrina
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

S676 Soares, Darllyana de Sousa.
Efeitos da hidroterapia em balde sobre sinais vitais, necessidade de oxigênio, parâmetros comportamentais e tônus muscular em bebês prematuros com displasia broncopulmonar. / Darllyana de Sousa Soares. - Londrina, 2025.
128 f. : il.

Orientador: Vanessa Suziane Probst.
Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Displasia broncopulmonar - Tese. 2. Prematuridade - Tese. 3. Hidroterapia - Tese. 4. Eletromiografia - Tese. I. Probst, Vanessa Suziane . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Título.

CDU 615.8

DARLLYANA DE SOUSA SOARES

**EFEITOS DA HIDROTERAPIA EM BALDE SOBRE SINAIS
VITAIS, NECESSIDADE DE OXIGÊNIO, PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS E TÔNUS MUSCULAR EM BEBÊS
PREMATUROS COM DISPLASIA BRONCOPULMONAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera), como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências da Reabilitação.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^a Dr^a Adriana Valongo Zani
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a Dr^a Karolinne Souza Monteiro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte -
UFRN

Prof^a Dr^a Mahara-Daian Garcia Lemes Proenca
Universidade Estadual Paulista “Julio de
Mesquita Filho” - UNESP

Prof^a Dr^a Silvana Alves Pereira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte -
UFRN

Prof^a Dr^a Vanessa Suziane Probst
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 26 de maio de 2025.

Aos meus familiares, pelo amor e apoio constante.
Aos amigos, pela companhia e incentivo. Aos
pacientes e suas famílias, pela confiança e
contribuição inestimável para este trabalho. E à
comunidade científica, na esperança de que esta
pesquisa possa trazer avanços significativos.

AGRADECIMENTOS

O doutorado é mais do que um título — é a conclusão de um ciclo muito significativo, vivido intensamente na UEL, no HU e na cidade de Londrina.

Cheguei à Londrina recém-formada, para iniciar a residência, e desde então foram nove anos de aprendizado contínuo. Fiz mestrado, doutorado, e atuei durante todo esse tempo no HU. Foi um período de imenso crescimento, tanto profissional quanto pessoal.

Nada disso teria sido possível sem o apoio incondicional da minha família. Aos meus pais, que sempre me ensinaram o valor dos estudos e da realização profissional, meu amor e gratidão. Aos meus irmãos, que foram meu suporte e incentivo constante. Aos meus sobrinhos, que me inspiram a enxergar o mundo com mais leveza e esperança. Agradeço à minha família por compreenderem minha ausência e, acima de tudo, por serem meu porto seguro.

À minha orientadora, professora Vanessa, minha profunda gratidão pelos ensinamentos que extrapolaram a prática clínica e me formaram também como pesquisadora. Obrigada por cada orientação, cada conversa e cada gesto de apoio ao longo dessa trajetória.

Aos coautores que contribuíram para o desenvolvimento deste ensaio clínico, meu sincero agradecimento. Em especial à Victoria Escobar, pelo início do projeto e apoio nas coletas de dados; ao professor Eddy Gruger e ao Hygor Martins, pela competência e paciência nas análises de EMG.

Agradeço à banca examinadora pelas contribuições valiosas. É uma honra contar com a presença de profissionais que tanto admiro.

Minha gratidão à equipe da Unidade Neonatal — à Dra. Lígia, à equipe médica, de enfermagem e fisioterapia — por acreditarem no projeto, apoiarem as coletas de dados e reconhecerem os benefícios da hidroterapia. E, especialmente, a cada bebê e seus pais, que confiaram no nosso trabalho e acreditaram que os frutos deste estudo poderão beneficiar muitas outras crianças no futuro.

Aos amigos que me apoiaram ao longo dessa jornada, que tantas vezes se tornaram família, apoio e alegria nos momentos bons e difíceis — meu muito obrigada.

E, por fim, agradeço a Deus por todas as oportunidades e por colocar pessoas tão especiais no meu caminho. A forma que encontro para retribuir tantas bênçãos é continuar estudando, buscando oferecer uma assistência cada vez melhor às crianças e contribuindo para uma vida mais saudável e digna para elas.

SOARES, Darllyana de Sousa – **Efeitos da hidroterapia em balde sobre sinais vitais, necessidade de oxigênio, parâmetros comportamentais e tônus muscular em bebês prematuros com displasia broncopulmonar.** 2025. 128 p. Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

RESUMO

Introdução: A presente tese de doutorado foi elaborada com o intuito de contribuir com o conhecimento sobre os efeitos da hidroterapia em balde em recém-nascidos prematuros (RNP) com displasia broncopulmonar (DBP). Foi desenvolvido um ensaio clínico randomizado (ECR) que resultou em dois estudos. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da hidroterapia em balde sobre sinais vitais, necessidade de uso de oxigênio (O₂), parâmetros comportamentais e tônus muscular em RNP com DBP durante a internação na unidade de terapia intensiva neonatal (UTIN). **Métodos:** O ECR foi registrado no ClinicalTrials.gov e aprovado pelo Comitê de Ética da instituição. Vinte RNP com DBP foram randomizados em grupo intervenção (hidroterapia em balde - GHB) ou controle (fisioterapia convencional - GC). Foram submetidos a doze dias consecutivos de intervenção e dados do primeiro (D1), sexto (D6) e décimo segundo (D12) dias foram analisados. As variáveis frequência respiratória (FR), cardíaca (FC), saturação de oxigênio (SpO₂), fração inspirada de oxigênio (FiO₂), dor, esforço respiratório, sono e estado de vigília foram medidos antes, imediatamente após, 15, 30 e 60 minutos após a intervenção. A atividade elétrica dos músculos Serrátil Anterior (SA), Trapézio (TR), e Eretor da Espinha (EE) foi analisada por meio da eletromiografia de superfície (EMGs) antes e 30' após a intervenção. **Resultados:** A análise intragrupo no GHB mostrou que a FiO₂ diminuiu no D1 (30': P=0,03, 60': P=0,02), a FC diminuiu no D6 (60': P=0,004). No D12, a FR reduziu (15',30' e 60': P<0,03 para todos) e a SpO₂ aumentou (imediatamente após: P= 0,0003). As comparações intergrupos favoreceram o GHB para a SpO₂ (P=0,03; tamanho do efeito (ES)=0,99) e FiO₂ (P<0,02; ES>0,47) no D1, e alterações na FC no D6 (P<0,04; ES>0,9) e D12 (P=0,009; ES=0,61). Nenhuma diferença significativa intra ou intergrupos foi encontrada em relação à dor, esforço respiratório, sono ou vigília (p > 0,05 para todos). Para a análise da EMG, os dados de 18 RNP foram analisados. Observou-se maior tônus muscular para o EE no GHB em comparação ao GC nas banda 30 GHB 107 [89 -152] V *versus* GC 85 [14 – 46] V; p=0,03 e banda 42 GHB 105 [71-160] V *versus* GC 79 [55 -103] V; p=0,02 e menor tônus muscular para o SA no GHB em comparação ao GC na banda 180 GHB 66 [45 -109] V *versus* GC 85 [83-127] V; p=0,04. Também houve diferença significativa na FiO₂ no D1, com redução para o GHB -4 [-6 a 0]% em comparação ao GC 0 [0 a 0.5]%; p=0,04. **Conclusão:** A presente tese demonstra que a hidroterapia em balde configura-se como um recurso terapêutico não farmacológico eficaz, promovendo melhorias na FC, FR e SpO₂, além de reduzir a demanda de oxigênio e estimular a atividade elétrica muscular em bebês prematuros com DBP. Por não causar efeitos adversos e por manter parâmetros comportamentais dentro dos padrões de normalidade, a hidroterapia em balde destaca-se como uma opção segura e promissora para a reabilitação respiratória desses bebês no ambiente hospitalar.

Palavras-chave: Displasia broncopulmonar, prematuridade, hidroterapia, oxigênio, eletromiografia.

SOARES, Darllyana de Sousa - **Effects of bucket hydrotherapy on vital signs, oxygen requirement, behavioral parameters and muscle tone in premature infants with bronchopulmonary dysplasia**. 2025. 128 p. PhD thesis Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences (Associated Program between the State University of Londrina [UEL] and Pitágoras University Unopar Anhanguera) – State University of Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

Introduction: This doctoral thesis was developed with the aim of contributing to the understanding of the effects of bucket hydrotherapy in preterm newborns (PTNB) with bronchopulmonary dysplasia (BPD). A randomized clinical trial (RCT) was conducted, resulting in two studies. **Objective:** To evaluate the effects of bucket hydrotherapy on vital signs, oxygen (O_2) requirements, behavioral parameters, and muscle tone in PTNBs with BPD during hospitalization in the neonatal intensive care unit (NICU). **Methods:** The RCT was registered at ClinicalTrials.gov and approved by the institution's Ethics Committee. Twenty PTNBs with BPD were randomized into an intervention group (bucket hydrotherapy – BHG) or a control group (conventional physiotherapy – CG). They underwent twelve consecutive days of intervention, and data from the first (D1), sixth (D6), and twelfth (D12) days were analyzed. Variables such as respiratory rate (RR), heart rate (HR), oxygen saturation (SpO_2), fraction of inspired oxygen (FiO_2), pain, respiratory effort, sleep, and wakefulness were measured before, immediately after, and 15, 30, and 60 minutes after the intervention. The electrical activity of the Serratus Anterior (SA), Trapezius (TR), and Erector Spinae (ES) muscles was analyzed using surface electromyography (sEMG) before and 30 minutes after the intervention. **Results:** Intragroup analysis in the BHG showed a decrease in FiO_2 on D1 (30': $P=0.03$, 60': $P=0.02$), a decrease in HR on D6 (60': $P=0.004$). On D12, the RR reduced (15', 30' e 60': $P<0.03$ for all), and an increase in SpO_2 (immediately after bucket hydrotherapy: $P=0.0003$). Intergroup comparisons favored BHG for SpO_2 ($P=0.03$; effect size (ES)=0.99) and FiO_2 ($P<0.02$; $ES>0.47$) on D1, and changes in HR on D6 ($P<0.04$; $ES>0.9$) and D12 ($P=0.009$; $ES=0.61$). No significant intra- or intergroup differences were found regarding pain, respiratory effort, sleep, or wakefulness ($p > 0.05$ for all). For EMG analysis, data from 18 PTNBs were analyzed. Greater muscle tone was observed for the ES in BHG compared to CG in band 30 BHG 107 [89–152] V vs. CG 85 [14–46] V; $p=0.03$ and band 42 BHG 105 [71–160] V vs. CG 79 [55–103] V; $p=0.02$, and lower muscle tone for the SA in BHG compared to CG in band 180 BHG 66 [45–109] V vs. CG 85 [83–127] V; $p=0.04$. There was also a significant difference in FiO_2 on D1, with a reduction in BHG of -4 [-6 to 0]% compared to CG 0 [0 to 0.5]%; $p=0.04$. **Conclusion:** This thesis demonstrates that bucket hydrotherapy is an effective non-pharmacological therapeutic resource, promoting improvements in HR, RR, and SpO_2 , as well as reducing oxygen demand and stimulating muscle electrical activity in preterm infants with BPD. As it does not cause adverse effects and maintains behavioral parameters within normal ranges, bucket hydrotherapy stands out as a safe and promising option for respiratory rehabilitation of these infants in the hospital setting.

Keywords: Bronchopulmonary dysplasia, premature, hydrotherapy, oxygen, electromyography.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 -	Flowchart of premature infants included in the study	39
Figura 2 -	FiO ₂ before and after bucket hydrotherapy and conventional physiotherapy on D1	41
Figura 3 -	Changes in Physiological and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D1	43
Figura 4 -	Changes in Physiological and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D6	45
Figura 5 -	Changes in Physiological and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D12	47
Supplemental figure -	Intervention performed on infants. Bucket hydrotherapy (A), Conventional Physiotherapy (B)	56

ARTIGO 2

Figure 1 -	Positioning of electrodes on the patient.....	81
Figure 2 -	Flowchart of premature infants included in the study	82
Supplemental figure -	Intervention performed on infants. Bucket hydrotherapy (A), Conventional Physiotherapy (B)	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Refinamentos sugeridos para a definição de DBP	18
--	----

ARTIGO 1

Table 1 - Characteristics of the studied preterm infants included in the study.....	40
--	----

Supplemental Table - Ventilatory assistance and oxygen therapy throughout the study period.....	55
--	----

ARTIGO 2

Table 1 - Characteristics of the studied preterm infants included in the study.....	76
--	----

Table 2 - Ventilatory assistance and oxygen therapy throughout the study period	78
--	----

Table 3a - Electromyographic activity (RMS%) distributed across muscle frequency bands (20, 30, 42, 56, 72 and 90 Hz) in infants with BPD.....	79
---	----

Table 3b - Electromyographic activity (RMS%) distributed across muscle frequency bands (90, 110, 131, 155, 180, 207 and 237 Hz) in infants with BPD.....	80
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BHG	<i>Bucket hydrotherapy group</i>
BPD	<i>Bronchopulmonary dysplasia</i>
D1	<i>Day one</i>
D12	<i>Day twelve</i>
D6	<i>Day six</i>
DBP	Displasia broncopulmonar
EE	Eretor
EMG	Eletromiografia
EMGs	Eletromiografia de superfície
EOS	<i>Early onset sepsis</i>
ES	<i>Effect size</i>
ESM	Estimulação sensoriomotora
F	<i>Female</i>
FC	Frequência cardíaca
FM	Frequência mediana
FR	Frequência respiratória
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
G	<i>Grams</i>
GA	<i>Gestational age</i>
HR	<i>Heart rate</i>
IC	<i>Interatrial communication</i>
IG	Idade gestacional
IR	<i>Interquartile range</i>
LOS	<i>Late onset sepsis</i>
M	<i>Male</i>
NHLBI	National Heart, Lung and Blood Institute
NICHD	Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development
NICU	<i>Neonatal Intensive Care Unit</i>
NIPS	Neonatal Infant Pain Scale
NIV	<i>Non-invasive ventilation</i>
O ₂	Oxigênio

OMS	Organização Mundial da Saúde
PDA	<i>Patent ductus arteriosus</i>
PG	<i>Conventional physiotherapy group</i>
PH	<i>Pulmonary hypertension</i>
PIVH	<i>Periventricular-intraventricular hemorrhage</i>
RCT	<i>Randomized clinical trial</i>
RDS	<i>Respiratory distress syndrome</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
RN	Recém-nascidos
RNPT	Recém-nascidos prematuros
RR	<i>Respiratory rate</i>
RTA	Reequilíbrio Tóracoabdominal
SA	Serrátil anterior
SAB	Silverman-Andersen Bulletin
SDR	Síndrome do desconforto respiratório
SFS	<i>Sequential feature selection</i>
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
SpO2	Saturação periférica de oxigênio
TR	Trapézio
UTI	Unidade de terapia intensiva
UTIN	Unidades de terapia intensiva neonatal
VNI	Ventilação não invasiva
VPM	Ventilação pulmonar mecânica
W	<i>Weeks</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	CONTEXTUALIZAÇÃO	18
2.1	Prematuridade	18
2.2	Displasia Broncopulmonar (DBP)	20
2.3	Avaliação do tônus muscular - Eletromiografia (EMG)	24
2.4	Fisioterapia na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal	26
2.5	Hidroterapia	30
3	Objetivos e hipóteses	32
4	ARTIGO 1	33
5	ARTIGO 2	67
6	CONCLUSÃO GERAL	94
	APÊNDICES	100
	APÊNDICE 1- Termo de consentimento livre e esclarecido	101
	APÊNDICE 2- Ficha de coleta de dados	104
	APÊNDICE 3- Ficha de avaliação	105
	ANEXOS	106
	ANEXO A	107
	ANEXO B - Normas de formatação do periódico: Canadian Journal of Respiratory Therapy	108
	ANEXO C - Normas de formatação do periódico: Revista Paulista de Pediatria	117
	ANEXO D: Lista de verificação CONSORT 2010	127

1. INTRODUÇÃO

O parto prematuro é um dos principais determinantes dos desfechos adversos na infância, afetando tanto a sobrevivência quanto a qualidade de vida dos recém-nascidos.¹ Aproximadamente um em cada dez nascimentos no mundo ocorre prematuramente, por uma variedade de razões. A indução precoce do parto ou a realização de cesarianas podem ocorrer por motivos médicos ou não médicos, havendo ainda a influência de fatores genéticos. No entanto, em muitos casos, não se identifica uma causa específica.^{2,3}

A taxa de sobrevivência de recém-nascidos prematuros (RNPT) tem aumentado graças aos avanços científico-tecnológicos nos cuidados intensivos neonatais.² No entanto, esse progresso tem sido acompanhado pelo surgimento de comorbidades associadas à prematuridade, como a displasia broncopulmonar (DBP),⁴ condição relacionada principalmente à interrupção do crescimento pulmonar distal.⁵

Os pulmões dos prematuros são estruturalmente imaturos e altamente suscetíveis a lesões causadas pelos cuidados de rotina necessários para sua sobrevivência. Apesar disso, o desenvolvimento pulmonar continua após o nascimento, mesmo diante de lesões contínuas provocadas pela administração de oxigênio (O₂) suplementar e pelo uso da ventilação mecânica. A DBP representa a expressão clínica da interação entre a plasticidade do desenvolvimento pulmonar, as lesões e o processo de reparo.⁶

Além da prematuridade, outros fatores de risco para a DBP incluem baixo peso ao nascer, restrição de crescimento intrauterino, sexo masculino, corioamnionite, raça ou etnia, tabagismo, predisposição genética, ventilação mecânica e exposição ao O₂ suplementar, entre outros.⁶

Recém-nascidos prematuros com DBP frequentemente apresentam alterações na caixa torácica, utilização da musculatura acessória da respiração e alterações do tônus dessa musculatura, o que gera uma desvantagem biomecânica. Essa condição resulta em maior gasto energético, prejudicando o ganho ponderal e o crescimento estatural.^{4,5,7}

A avaliação do tônus muscular desses pacientes pode ser realizada por meio da eletromiografia de superfície (EMGs).⁸ Esse método utiliza eletrodos adesivos posicionados sobre a pele para captar os potenciais de ação das fibras musculares.⁸ As variações elétricas que ocorrem nas células durante a transmissão nervosa e a

1. INTRODUÇÃO

O parto prematuro é um dos principais determinantes dos desfechos adversos na infância, afetando tanto a sobrevivência quanto a qualidade de vida dos recém-nascidos.¹ Aproximadamente um em cada dez nascimentos no mundo ocorre prematuramente, por uma variedade de razões. A indução precoce do parto ou a realização de cesarianas podem ocorrer por motivos médicos ou não médicos, havendo ainda a influência de fatores genéticos. No entanto, em muitos casos, não se identifica uma causa específica.^{2,3}

A taxa de sobrevivência de recém-nascidos prematuros (RNPT) tem aumentado graças aos avanços científico-tecnológicos nos cuidados intensivos neonatais.² No entanto, esse progresso tem sido acompanhado pelo surgimento de comorbidades associadas à prematuridade, como a displasia broncopulmonar (DBP),⁴ condição relacionada principalmente à interrupção do crescimento pulmonar distal.⁵

Os pulmões dos prematuros são estruturalmente imaturos e altamente suscetíveis a lesões causadas pelos cuidados de rotina necessários para sua sobrevivência. Apesar disso, o desenvolvimento pulmonar continua após o nascimento, mesmo diante de lesões contínuas provocadas pela administração de oxigênio (O₂) suplementar e pelo uso da ventilação mecânica. A DBP representa a expressão clínica da interação entre a plasticidade do desenvolvimento pulmonar, as lesões e o processo de reparo.⁶

Além da prematuridade, outros fatores de risco para a DBP incluem baixo peso ao nascer, restrição de crescimento intrauterino, sexo masculino, corioamnionite, raça ou etnia, tabagismo, predisposição genética, ventilação mecânica e exposição ao O₂ suplementar, entre outros.⁶

Recém-nascidos prematuros com DBP frequentemente apresentam alterações na caixa torácica, utilização da musculatura acessória da respiração e alterações do tônus dessa musculatura, o que gera uma desvantagem biomecânica. Essa condição resulta em maior gasto energético, prejudicando o ganho ponderal e o crescimento estatural.^{4,5,7}

A avaliação do tônus muscular desses pacientes pode ser realizada por meio da eletromiografia de superfície (EMGs).⁸ Esse método utiliza eletrodos adesivos posicionados sobre a pele para captar os potenciais de ação das fibras musculares.⁸ As variações elétricas que ocorrem nas células durante a transmissão nervosa e a

contração muscular são detectadas e convertidas em sinais elétricos, os quais são então registrados pelo equipamento.⁸

A identificação das alterações respiratórias em RNPT com DBP é fundamental para o planejamento de intervenções voltadas à reabilitação pulmonar, como a fisioterapia. Essa abordagem tem como objetivo minimizar as sequelas a longo prazo e proporcionar melhor qualidade de vida a esses bebês desde o período de internação hospitalar.⁷

Dentre as técnicas terapêuticas amplamente utilizadas em prematuros nas unidades neonatais brasileiras, destaca-se a hidroterapia em balde. As propriedades físicas da água, aliadas aos efeitos terapêuticos do calor, favorecem não apenas o sistema musculoesquelético, mas também promovem benefícios ao estado comportamental e fisiológico do organismo.² A hidroterapia contribui para a redução da dor, melhora os padrões de sono e vigília, diminuiu a frequência cardíaca e respiratória, além de favorecer a saturação periférica de oxigênio (SPO₂).⁹

Considerando os benefícios da hidroterapia de balde para prematuros e buscando intervenções que atenuem as alterações decorrentes da DBP, a presente tese foi desenvolvida com o propósito de contribuir para o avanço do conhecimento sobre a aplicação da hidroterapia em lactentes prematuros com DBP. A tese teve como objetivo avaliar os efeitos dessa abordagem terapêutica sobre sinais vitais, necessidade de oxigênio, parâmetros comportamentais e tônus muscular em bebês com displasia broncopulmonar durante a internação na unidade neonatal.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Prematuridade

O nascimento prematuro é definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como aquele que ocorre antes de 37 semanas de idade gestacional (IG). É o determinante mais importante para bebês, em termos de sobrevivência e qualidade de vida, isso ocorre pelo fato dos prematuros serem particularmente vulneráveis a complicações devido a problemas respiratórios, dificuldade na alimentação, má regulação da temperatura corporal e alto risco de infecção. O nascimento prematuro

é a principal causa de morte em crianças menores de cinco anos, e cerca de 35% das mortes neonatais nos primeiros 28 dias de vida são causados por complicações do parto prematuro. As principais morbidades dessas crianças incluem síndrome da angústia respiratória, hemorragia intraventricular, enterocolite necrosante e sepse, bem como morbidades de longo prazo, como doença pulmonar crônica e deficiências neurológicas.^{1,10}

Segundo essa mesma organização, anualmente, ocorrem cerca de 15 milhões de partos pré-termos no mundo (uma prevalência de 5% a 18%). No Brasil, de 2011 a 2019, houve registro de 3 milhões de partos prematuros, uma prevalência de 11%, o que situa o país entre os dez com maior ocorrência de partos antes do termo. A análise desses registros revelou que, no que refere às características maternas, observou-se maior frequência de gestantes em extremos de idade (≥ 40 anos; < 15 anos), com menos de sete consultas de pré-natal e nível de escolaridade inferior a oito anos de estudo.⁶

Diversos fatores de risco são identificados como responsáveis pelo parto prematuro, os quais podem ser classificados em espontâneos ou indicados por questões médicas. A maioria dos partos prematuros ocorre de forma espontânea, geralmente devido à ruptura de membranas fetais, possivelmente por predisposição genética ou epigenética. As indicações médicas incluem complicações durante a gravidez, como anomalias na placenta (por exemplo, placenta prévia), gestações múltiplas, diabetes gestacional, hipertensão arterial, pré-eclâmpsia, asma e doenças cardíacas maternas.³

Um estudo multicêntrico, realizado em 20 centros obstétricos brasileiros, no período de abril de 2011 a julho de 2012, mostrou que, entre as 1.084 gestações com indicação de interrupção prematura, as principais intercorrências a influenciar tal desfecho foram pré-eclâmpsia (58,2%), hipertensão arterial crônica (15,3%) e infecções não obstétricas (1,5%), com maior acometimento em gestantes acima de 35 anos e abaixo de 19 anos.⁶

Quanto aos bebês prematuros, estes podem ser classificados em três subcategorias: moderado a tardio – idade gestacional (IG) de 32 a 37 semanas incompletas de gestação; muito prematuro – IG de 28 a 32 semanas incompletas; e extremamente prematuro – IG inferior a 28 semanas.³

Quanto menor o tempo de gestação, ou seja, mais extrema a prematuridade, maior os riscos de problemas com potencial para provocar graves complicações.¹² De

acordo com um estudo de coorte francês, crianças nascidas com 25 semanas de gestação apresentam um risco de mortalidade de 40% antes da alta hospitalar. Dentre os sobreviventes, cerca de 45% apresentam deficiência moderada a grave. Por outro lado, crianças nascidas com 32 semanas têm 98% de chance de sobrevivência, com apenas 4% de risco de paralisia cerebral aos 2 anos de idade e 8% de risco de atraso no desenvolvimento neurológico.¹³ Estes bebês prematuros são particularmente mais vulneráveis a complicações devido à dificuldade na alimentação, regulação da temperatura corporal, alto risco de infecção e respiração prejudicada.¹

As morbidades relacionadas ao sistema respiratório ocorrem principalmente pelo fato do bebê prematuro nascer no momento em que o pulmão ainda está em estágios embrionários, onde a alveolarização ainda não começou; alguns estão até nas fases sacular e canalicular, o que resulta em características como pulmão com deficiência de surfactante, anormalidades estruturais, defesas antioxidantes inadequadas e uma parede torácica mais complacente que o pulmão, o que pode resultar na insuficiência respiratória e a necessidade de ventilação mecânica e oxigenioterapia.¹⁴ A ventilação mecânica expõe muitos prematuros a pressões e concentrações de oxigênio muito superiores às que teriam experimentado no útero. Mesmo com tratamento mínimo, estes bebês continuam sendo altamente suscetíveis a lesões pulmonares e ao desenvolvimento de DBP.¹⁴

2.2 Displasia Broncopulmonar (DBP)

O desenvolvimento pulmonar inclui os estágios: embrionário, pseudo-glandular, canalicular, sacular e alveolar. O crescimento alveolar e a diferenciação continuam precocemente pós-natal para os prematuros. Um parto extremamente prematuro pode prejudicar significativamente a alveolarização e o crescimento pulmonar normal, mesmo sem suplementação de oxigênio ou ventilação mecânica.^{4,15} Mesmo o ar da sala de parto resulta em uma exposição significativamente maior ao oxigênio para o pulmão em desenvolvimento em comparação com o encontrado no útero.¹⁵

Assim, RNPT são frequentemente expostos à suplementação de oxigênio nas fases canalicular ou sacular tardia do desenvolvimento pulmonar.¹⁵ Essa adaptação pós natal dos pulmões prematuros à respiração é desafiada por lesão pulmonar inicial devido à deficiência de surfactante, exposição ao aumento de oxigênio, ventilação mecânica, nutrição inadequada, infecção e inflamação. Estes fatores juntos proporcionam obstáculos consideráveis ao crescimento e reparo pulmonar normal,

resultam em perda de área de superfície alveolar e conseqüentemente aumentam o risco de desenvolver DBP nesses prematuros.⁶

Apesar dos avanços significativos nos cuidados perinatais, a DBP continua a ser uma das doenças mais comuns, complexas e intrigantes em medicina perinatal. A sua patogênese ainda precisa ser totalmente elucidada e a definição continua imprecisa e varia entre instituições e diretrizes baseadas em evidências.¹⁵

A DBP foi descrita pela primeira vez em 1967 por Northway e colaboradores. Os autores definiram o distúrbio como uma doença crônica com uma "fase de cicatrização prolongada" da Síndrome do Desconforto Respiratório (SDR). Clinicamente, a DBP apresenta características bem definidas, como tiragens intercostais, batimento de asa de nariz, uso de musculatura acessória, assincronia toraco-abdominal e necessidade constante de oxigênio, seja de baixo ou alto fluxo, nos casos mais graves.⁴

Uma definição mais abrangente para a DBP foi proposta em 2000, no *workshop* patrocinado pelo National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI) com o objetivo de ajudar a identificar a variável gravidade da doença. Assim, a DBP foi classificada em quatro categorias: "nenhuma", "leve", "moderada" e "grave". Bebês classificados como "Sem DBP" foram aqueles que necessitaram de oxigênio suplementar por um período inferior a 28 dias. A DBP leve incluiu bebês que necessitaram de oxigênio ou suporte respiratório por mais de 28 dias, mas estavam respirando em ar ambiente às 36 semanas de IG. Bebês com DBP moderada precisaram de oxigênio suplementar com fração inspirada de oxigênio (FiO₂) inferior a 30% às 36 semanas de IG. Por fim, a DBP grave foi definida como o uso de mais de 30% de oxigênio ou pressão positiva às 36 semanas.¹⁵ Essa classificação foi validada em 2005.¹⁹

O debate sobre a definição e classificação continuou, e em outubro de 2016 o Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) realizou um *workshop* discutindo os méritos relativos de diferentes abordagens para o diagnóstico da DBP. Em abril de 2018 foi publicado um relatório¹⁵ sobre o *workshop* de 2016, o qual propôs uma revisão adicional da definição da DBP. A nova definição proposta deixa de incluir a avaliação do uso de oxigênio durante os 28 dias antes das 36 semanas de IG e passa a enfatizar os novos métodos de suporte respiratório não invasivo, com destaque para o uso de cânula nasal. Essa classificação está descrita na tabela 1.

Tabela 1. Refinamentos sugeridos para a definição de DBP.

Um bebê prematuro (<32 semanas de idade gestacional) com DBP tem doença pulmonar parenquimatosa persistente, confirmação radiográfica de doença pulmonar parenquimatosa e, com 36 semanas de IG, requer 1 das seguintes faixas de FiO₂/níveis de oxigênio/concentrações de O₂ por ≥3 dias consecutivos para manter a saturação arterial de oxigênio na faixa de 90% – 95%.

Graus	VIPPI	N-CPAP, VNIPP ou cânula nasal ≥3l/min	Cânula nasal de alto fluxo1 - <3l/min	Halo O ₂	Cânula nasal fluxo < 1l/min
I	-	21	22-29	22-29	22-70
II	21	22-29	≥30	≥30	>70
III	>21	≥30			
III (A)	Morte precoce (entre 14 dias de idade pós-natal e 36 semanas) levando à doença pulmonar parenquimatosa persistente e insuficiência respiratória que não pode ser atribuída a outras morbidades neonatais (por exemplo, enterocolite necrosante, hemorragia intraventricular, redirecionamento de cuidados, episódios de sepse, etc).				

Excluindo bebês ventilados para doença primária das vias aéreas ou condições de controle respiratório central. Os valores estão em porcentagem. VIPPI: Ventilação invasiva com pressão positiva intermitente; N-CPAP: Pressão positiva nasal contínua nas vias aéreas; VNIPP: ventilação não invasiva com pressão positiva.

Adaptado de Higgins *et al.* ¹⁵

A patogênese da DBP é de natureza complexa e multifatorial, envolvendo fatores que atuam nos períodos pré-natal, natal e pós-natal. No período pré-natal, os fatores de risco incluem: suscetibilidade genética, sexo masculino, restrição de crescimento intrauterino, infecção, distúrbios hipertensivos gestacionais, ausência de corticóide antenatal e tabagismo materno. No período natal, os fatores associados são: IG, peso ao nascer e asfixia neonatal. No pós natal, destacam-se o estresse oxidativo e hiperóxia, o uso de ventilação mecânica, sepse e persistência do canal arterial, os quais prejudicam a vascularização pulmonar e desenvolvimento alveolar.^{5,17} Esses fatores contribuem para a simplificação alveolar, disangiogênese vascular pulmonar e exposição a estímulos pró-inflamatórios, levando a comprometimentos na função pulmonar.¹⁸

A simplificação alveolar é a diminuição da septação e hipoplasia alveolar, causada pela apoptose de células importantes para o desenvolvimento alveolar e vascular, bem como extensa remodelação da matriz extracelular, que resulta em uma

superfície alveolar reduzida para troca gasosa. Já a disangiogênese vascular pulmonar é caracterizada por uma camada muscular espessada entre os alvéolos e as arteríolas pulmonares que leva a um aumento na resistência vascular pulmonar e ao desenvolvimento de hipertensão pulmonar, contribuindo para a morbidade e mortalidade. A exposição a estímulos pró-inflamatórios pode ser causada por fatores como infecções congênitas ou nosocomiais, ventilação mecânica e toxicidade de oxigênio durante o período perinatal.¹⁸ O momento e a duração das exposições têm um impacto significativo no padrão de dano pulmonar que pode se manifestar.¹⁹

A DBP é caracterizada por anormalidades persistentes nas trocas gasosas, função das vias aéreas, mecânica do sistema respiratório e volumes pulmonares. Os pacientes displásicos apresentam simplificação alveolar e redução da vascularização pulmonar dismórfica, o que leva a membranas alvéolo-capilares diminuídas e ineficientes, causando trocas gasosas pulmonares abaixo do ideal e como consequência os pacientes podem apresentar o parênquima pulmonar heterogêneo, caracterizado por áreas de atelectasia, hiperinsuflação e fibrose.¹⁷

Os prematuros com DBP apresentam alteração na caixa torácica, uso de musculatura acessória, com maior desvantagem biomecânica, levando a maior gasto energético e prejuízos ao ganho ponderal e estatural.^{4,5}

O esforço respiratório encontrado em prematuros displásicos pode ocasionar alterações biomecânicas, resultando no recrutamento de todos os músculos respiratórios, incluindo os acessórios, por períodos prolongados. Isso pode levar a modificações na estrutura torácica. Alterações, como a elevação dos ombros, refletem o envolvimento dos músculos do pescoço e da parte superior do tórax, como trapézio, esternocleidomastoideo e peitoral, intensificados pelo aumento do esforço respiratório. Além disso, a retração torácica é desencadeada pelo assincronismo toracoabdominal, promovendo a depressão das costelas e esterno.²⁰

O estudo de Rosa *et al.*⁷ avaliou o tônus muscular dos músculos acessórios da inspiração em bebês prematuros com e sem DBP desde o nascimento até as 36 semanas de gestação e concluiu que os bebês prematuros com DBP apresentam tônus muscular aumentado nos músculos trapézio, serrátil anterior e eretor da espinha durante sua hospitalização na UTIN.⁷ O tempo de permanência na UTIN depende da extensão da evolução durante o período neonatal, e está associado às anormalidades torácicas.²⁰

2.3 Avaliação do tônus muscular - Eletromiografia (EMG)

O tônus muscular pode ser clinicamente definido como a resistência sentida a movimentos impostos externamente a um membro voluntariamente relaxado. Essa resistência é resultante da interação entre as características elásticas e viscosas do tecido contrátil muscular, tecidos articulares, do tendão e do tecido conectivo intramuscular.²¹

A avaliação do tônus muscular pode ser realizada por meio da movimentação passiva contrária à ação do músculo, identificando-se o grau de resistência ao movimento de estiramento ou por meio da observação da posição dos segmentos corporais em relação à gravidade. Dentre os testes clínicos mais utilizados, destacam-se os propostos por autores como Saint-Anne Dargassies, Dubowitz, Ballard e Amiel.²² Essas avaliações clínicas possuem um caráter qualitativo, sendo, portanto, suscetíveis à subjetividade e à interpretação do examinador. Diante dessa limitação, diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo quantitativo do tônus muscular e de suas alterações em adultos, com o objetivo de padronizar um equipamento que possa ser utilizado na prática clínica. Um desses equipamentos é o eletromiógrafo, que permite a classificação contínua do tônus, proporcionando uma avaliação mais objetiva e precisa.²²

A eletromiografia (EMG) é uma técnica utilizada para avaliar o tônus muscular por meio da análise dos sinais elétricos gerados durante a contração muscular. A EMG pode ser aplicada de forma superficial (EMGs) ou profunda, dependendo do tipo e da posição dos eletrodos utilizados para captação dos sinais. A EMG profunda emprega eletrodos de agulha inseridos diretamente no músculo, o que permite contato direto com as fibras musculares. Por ser considerada invasiva, essa modalidade é menos utilizada em humanos quando comparada à EMGs.²³

Na EMGs, a captação dos potenciais de ação das fibras musculares é realizada por meio de eletrodos adesivos posicionados sobre a pele, preferencialmente sobre o ventre muscular, entre a zona de inervação (ponto motor) e a junção miotendínea. As variações elétricas geradas durante a transmissão nervosa e a contração muscular são detectadas e convertidas em sinais elétricos, os quais são registrados pelo equipamento.²³

As ferramentas para processamento dos sinais podem ser divididas de acordo com o domínio: tempo, frequência ou tempo-frequência. No domínio temporal, o sinal

pode indicar o tempo em que determinado músculo iniciou e finalizou a sua ativação, bem como a quantidade de sua ativação (amplitude do sinal EMG).²⁴

A amplitude fornece informações sobre a intensidade da ação muscular, portanto expressa a magnitude da atividade elétrica detectada no músculo. Para avaliar informações sobre a amplitude do sinal eletromiográfico utiliza-se usualmente o *Root Mean Square* (RMS). E a frequência mediana (FM), que é adquirida pelo domínio da frequência está relacionada com a velocidade de condução da fibra muscular que é proporcional ao recrutamento das unidades motoras, permitindo avaliar fenômenos como fadiga muscular e doenças neuromusculares.²³

O primeiro estudo eletromiográfico em recém-nascidos (RN) foi realizado por Maekawa e Ochiai em 1975, que avaliou a hipertonia flexora das extremidades de 50 RNs saudáveis e comparou a resposta da avaliação clínica antes e após as 48 horas de vida.²⁵ A análise de literatura identificou uma lacuna significativa até 2010, quando Barradas utilizou a EMG de superfície para medir a atividade muscular em RNPT submetidos ao método mãe canguru. Estudos subsequentes confirmaram o aumento da atividade mioelétrica nos músculos flexores do cotovelo em RNPT no canguru.²⁵ Outro estudo de Miranda em 2014 também observou o aumento da atividade elétrica do músculo bíceps braquial em RNPT mantidos em canguru por 48 horas.²⁷

O estudo de Kraaijenga, realizado em 2015²⁸, analisou a atividade eletromiográfica em 31 bebês prematuros (IG= 29,6 ±1,8 semanas) sob suporte ventilatório não invasivo. O estudo comparou os dados com os obtidos por meio de um monitor cardiorrespiratório e concluiu que o monitoramento transcutâneo da frequência cardíaca (FC) e da frequência respiratória (FR) por EMG é viável e reproduzível nessa população.

O estudo de Rosa *et al.*⁷ avaliou o tônus dos músculos acessórios da respiração de 37 recém-nascidos prematuros, com e sem DBP, desde o nascimento até as 36 semanas de idade gestacional. Os resultados indicaram que os bebês com DBP apresentam tônus muscular aumentado nos músculos trapézio, serrátil anterior e eretor da espinha durante a hospitalização na unidade de terapia intensiva neonatal. O estudo ressaltou a importância da identificação precoce dessas alterações para subsidiar medidas preventivas da DBP e planejar intervenções de reabilitação — incluindo a fisioterapia — com o objetivo de reduzir sequelas a longo prazo e melhorar a qualidade de vida desses recém-nascidos.

2.4 Fisioterapia na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

A implantação das UTIN e os avanços tecnológicos têm acarretado uma potencialização nos diagnósticos precoces e uma maior chance de sobrevivência aos RNPTs com problemas de saúde. Embora apresente uma maior sobrevida, a intervenção prolongada nas unidades de terapia intensiva pode promover ou potencializar uma série de agravos ao desenvolvimento neuro-sensório-motor. Sob esta ótica, a presença e atenção à saúde de uma equipe multiprofissional se tornam indispensáveis. Somada à equipe multiprofissional, a fisioterapia na UTIN é uma modalidade de terapia relativamente nova.²⁹

Em hospitais de países desenvolvidos, a fisioterapia é reconhecida como parte integrante da gestão de pacientes em Unidades de Terapia Intensivas (UTIs). No entanto, o papel exercido pelos fisioterapeutas nas UTIs varia consideravelmente entre as instituições, sendo influenciado por fatores como o país de localização, tradições locais, disponibilidade de profissionais, além do nível de formação e especialização da equipe.³⁰

No Brasil, a atuação de fisioterapeutas em unidades de terapia intensiva pediátrica e neonatal é relativamente recente, tendo se intensificado a partir dos anos 2000 com a ampliação de cursos e treinamentos específicos nessas áreas. Em fevereiro de 2010, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária publicou, em Diário Oficial da União, a exigência de especialização em neonatologia e pediatria para atuação de fisioterapeutas nas respectivas unidades hospitalares. Essa evolução na formação profissional contribuiu significativamente para a melhoria da segurança e da qualidade da assistência prestada a pacientes em UTIs pediátricas e neonatais.³¹

A Fisioterapia no período neonatal envolve o acompanhamento de bebês vulneráveis com condições maturacionais, clínicas, fisiológicas, metabólicas e comportamentais complexas que demandam dos fisioterapeutas uma compreensão ampliada sobre esse estágio da vida para identificar as abordagens de avaliação e tratamento necessárias para atender às demandas dos bebês e suas famílias, promover um bom prognóstico e o desenvolvimento integral, compreendendo funções mentais, sensoriais, do aparelho cardiovascular e respiratório, do aparelho digestivo, neuromusculoesqueléticas e relacionadas ao movimento, e da pele e as atividades e participação (interações e relacionamentos interpessoais).³²

O fisioterapeuta que atua em unidades neonatais é responsável pela avaliação e prevenção cinético-funcional de todos os sistemas corporais que se fizerem necessários, bem como pela implementação de intervenções terapêuticas específicas.³¹

Na UTI Neonatal, embora a maior parte do planejamento fisioterapêutico esteja frequentemente voltada para o manejo e monitoramento das desordens respiratórias, é essencial considerar também as implicações dessas condições para o desenvolvimento neurosensorial e psicomotor do recém-nascido. Tal desenvolvimento não ocorre de forma isolada, mas sim como resultado de uma complexa interação entre os sistemas fisiológicos do bebê e o ambiente físico e social que o cerca.³²

Neste contexto, tem ganhado destaque, entre os cuidados prestados pelo fisioterapeuta, as estratégias de organização sensoriomotoras, o enriquecimento ambiental e a redução do estresse durante o cuidado diário, por meio da aplicação de diferentes protocolos de estimulação sensoriomotora (ESM).³³ Os procedimentos de ESM consistem em um conjunto de intervenções destinadas à organização funcional dos sistemas neurosensorial e psicomotor do RN, especialmente daqueles com risco aumentado para alterações no desenvolvimento neurológico e sensorial.³³ Tais intervenções incluem abordagens com estímulos unimodais, multimodais e multissensoriais, além da realização de exercícios e mobilizações específicas.

Essas técnicas constituem ferramentas essenciais da fisioterapia neonatal e contribuem significativamente para o desenvolvimento infantil, dentro de um modelo translacional de intervenção que se destaca pela integração entre o cuidado ao bebê e à família. A abordagem de cuidado centrado na família, integrada à rotina da UTIN — como os protocolos de estimulação auditiva, tátil, visual e vestibular, estimulação tátil-cinestésica e método canguru —, tem demonstrado benefícios como o aumento do ganho ponderal e a redução do tempo de hospitalização.³²

O fisioterapeuta avalia continuamente a integração dos subsistemas do bebê para garantir sua estabilidade fisiológica e metabólica, ao mesmo tempo em que intervém sobre aspectos da função motora, comportamental e de atenção, incluindo a regulação, essencial para interação social e adaptação ao ambiente. No âmbito respiratório, a fisioterapia neonatal é fundamental tanto na prevenção quanto no tratamento de disfunções, por meio de intervenções que visam melhorar a função pulmonar e a oxigenação, mobilizar secreções, fortalecer a musculatura respiratória e

otimizar a mecânica ventilatória. É igualmente crucial considerar os efeitos dessas intervenções sobre o fluxo sanguíneo cerebral, visando à proteção neurológica e a melhoria do prognóstico dos bebês internados em UTIs Neonatais.³²

Além disso, o fisioterapeuta atua de forma integrada à equipe multiprofissional no manejo de gases medicinais, na ventilação pulmonar mecânica (VPM) invasiva e não invasiva (VNI), nos protocolos de desmame e extubação, insuflação traqueal de gás, manobras de insuflação e desinsuflação do balonete intratraqueal, aplicação de surfactante, entre outras práticas.³¹

A intervenção clínica do fisioterapeuta visa reduzir a incidência de complicações pulmonares, com enfoque preventivo, por meio da aplicação de parâmetros ventilatórios seguros, utilizando baixos volumes correntes, pressões reduzidas e frações inspiradas de oxigênio moderadas. Também são promovidas ações para a otimização da relação ventilação-perfusão, manutenção da permeabilidade das vias aéreas, desmame da ventilação mecânica e da oxigenoterapia, além da prevenção de agravos como a síndrome do desconforto respiratório, complicações aspirativas e lesões associadas à ventilação mecânica.^{29,34}

As técnicas de ventilação de recém-nascidos em UTIN têm evoluído significativamente nas últimas décadas. Embora essa evolução tenha contribuído para a redução da mortalidade neonatal, também levou ao surgimento de novas comorbidades, frequentemente associadas a iatrogenias decorrentes do uso da ventilação mecânica. A ventilação mecânica invasiva manejada de forma inadequada pode levar a atelectraumas, volutraumas e barotraumas. As consequências podem ser desastrosas para pulmões em desenvolvimento, devido principalmente à lesão no tecido pulmonar que ocasionam a regeneração tissular com o aparecimento de áreas com tecido fibrótico e a DBP.⁴ Quanto menor o tempo de uso da ventilação mecânica, menor é o risco de desenvolvimento da DBP. Nesse sentido, a atuação da fisioterapia é indispensável tanto na prevenção quanto na intervenção junto a bebês e lactentes com DBP.³⁴

Dentre os métodos de tratamento propostos atualmente para a DBP, podemos citar as técnicas de remoção de secreção das vias aéreas superiores e inferiores e técnicas voltadas para a melhora do padrão respiratório.³⁵

Levando em consideração que os pacientes com DBP apresentam alterações do tônus muscular respiratório e essas alterações podem estar associadas à elevada necessidade de suporte ventilatório invasivo e não invasivo neste grupo de pacientes,

intervenções de reabilitação pulmonar tornam-se imperativas para reduzir a necessidade de suporte ventilatório e reduzir o custo energético associado à superativação desses grupos musculares acessórios da respiração. Ao abordar esses fatores, tais intervenções visam prevenir potenciais sequelas nos músculos respiratórios acessórios, promovendo assim melhores resultados de saúde respiratória a longo prazo em bebês prematuros com DBP.⁷

Além das intervenções já mencionadas, o tratamento fisioterapêutico da DBP baseia-se na estimulação precoce, nos alongamentos da musculatura acessória e no reequilíbrio de forças torácicas e abdominais. Essas abordagens visam melhorar o padrão respiratório, reduzir o gasto energético e minimizar a fadiga muscular. Dentre as técnicas fisioterapêuticas descritas na literatura, destacam-se o aumento do fluxo expiratório, a expiração lenta e prolongada e a tosse provocada. Para o tratamento das alterações da caixa torácica e da musculatura acessória, destaca-se o método do Reequilíbrio Tóracoabdominal (RTA),⁴ cuja proposta é reduzir o esforço respiratório por meio de manuseios terapêuticos que promovem a melhora da área de justaposição entre o diafragma e as costelas, favorecem o sinergismo entre tórax e abdômen, aumentam o tônus e a força da musculatura respiratória, e corrigem padrões disfuncionais da mecânica ventilatória. Além de contribuir para a otimização da ventilação, o RTA também auxilia na liberação de secreções pulmonares e na estimulação precoce do desenvolvimento neurosensorial. Essas estratégias fisioterapêuticas têm se consolidado como importantes aliadas no tratamento dos distúrbios respiratórios e na promoção do desenvolvimento global de recém-nascidos prematuros com DBP.^{4,36}

Ainda, outras terapias têm sido utilizadas nas UTIs Neonatais para minimizar o impacto negativo da prematuridade e da hospitalização nessa população. Duas dessas terapias são o posicionamento na rede e a hidrocinesioterapia em balde. O posicionamento na rede consiste em colocar o recém-nascido pré-termo em uma rede de tecido retangular fixada nas extremidades das incubadoras. Já a hidrocinesioterapia em balde envolve imergir gentilmente o neonato em água quente até a altura dos ombros.

A hidroterapia que tem como principais objetivos: promover relaxamento, melhorar circulação, restaurar mobilidade, alongar os músculos, reabilitar, melhorar coordenação e função, além de promover recreação.³⁷

2.5 Hidroterapia

Hidroterapia é o uso externo ou interno de água em qualquer uma de suas formas (água, gelo, vapor) para promoção da saúde ou tratamento de várias doenças com várias temperaturas, pressão, duração e local. É uma das modalidades de tratamento amplamente utilizadas em culturas antigas.³⁸ Sua origem pode ser atribuída a Hipócrates (460-375 AC) que prescreveu banhos de contraste quentes e frios na gestão de uma variedade de doenças e aos romanos que popularizaram as atividades recreativas e banhos curativos com imersão total do corpo.³⁹ No entanto, ao longo dos anos, seu uso diminuiu devido ao crescimento científico, especialmente com intervenções farmacológicas. Com o ressurgimento da ênfase em intervenções não farmacológicas, é necessário reconsiderar os benefícios do uso da água.⁴⁰

A água é utilizada de forma eficaz em programas de reabilitação por fisioterapeutas, servindo como meio para exercícios em tanques de hidroterapia ou piscina, no tratamento de doenças reumáticas, ortopédicas e neurológicas.^{39,41} Considera-se o meio aquático seguro e eficaz na reabilitação. As propriedades físicas da água, combinadas ao exercício, podem atingir a maioria dos objetivos físicos propostos em um programa de reabilitação.⁴¹

O fisioterapeuta que atua com programas de reabilitação no ambiente aquático deve ter conhecimento das propriedades físicas da água, flutuação, empuxo, pressão hidrostática, turbulência, e os consequentes efeitos fisiológicos da imersão no corpo humano.⁴²

A densidade da água em temperatura ambiente é igual a 1. Objetos com densidade menor que 1 flutuam na água. A densidade relativa do corpo humano é aproximadamente 0,97, o que permite a flutuação e reduz a ação da gravidade, resultando em menor descarga de peso corporal. O empuxo é uma força que age na direção oposta à força da gravidade, gerada para cima pelo volume de água deslocado. A força pode, então, promover um alívio de peso, de acordo com a presença do corpo imerso abaixo do nível da água. A água exerce uma pressão em todas as direções chamada pressão hidrostática. Um corpo submerso, portanto, está exposto a um determinado grau de pressão, que é determinada pela força por unidade de área. O movimento de um corpo também pode criar uma diferença de pressão com a água e formar um ponto de arrasto ou uma turbulência. Desse modo, um paciente com dificuldades na marcha, por exemplo, pode sentir mais facilidade para andar

seguindo o terapeuta, pois será “puxado” pela força de arrasto ou turbulência criada atrás do corpo do terapeuta.⁴²

As propriedades físicas da água aliam-se às propriedades terapêuticas da aplicação do calor que favorecem não só o sistema musculoesquelético, mas também o estado comportamental e fisiológico do organismo.⁴³ Assim em 1983, Sweeney, nos Estados Unidos, realizou o primeiro estudo em que utilizou a hidroterapia no atendimento de bebês com alto risco de comprometimento neurológico e atraso do desenvolvimento motor internados em UTIN. Nessa investigação, incluíram-se três bebês e aplicou-se a hidroterapia em berço de plástico, com temperatura da água entre 37,2 e 38,2°C.³⁹

Realizaram-se 11 sessões de hidroterapia (imersão combinada com técnicas como posicionamento central da cabeça, normalização do tônus muscular do tronco e das extremidades e posicionamento proximal das mãos), e nove sessões em que se aplicou somente a imersão dos bebês na água. Nesse contexto, coletaram-se a pressão arterial, a FC e o estado comportamental dos bebês (escala de Brazelton), antes, durante e após a hidroterapia. Nos verificou-se que a hidroterapia neonatal proporcionou para os bebês: relaxamento muscular; diminuição de contraturas; aprimoramento das respostas de orientação visual e auditiva; melhora da eficiência na alimentação.³⁹

A hidroterapia é uma técnica terapêutica pautada na assistência humanizada nas UTINs brasileiras, que visa minimizar o impacto negativo da prematuridade nos parâmetros fisiológicos de recém-nascidos prematuros. Embora essa técnica remeta ao banho humanizado para higienização, sendo popularizada como “banho de ofurô”, o ofurô é diferente do banho humanizado ou banho de imersão, pois não há objetivo de higiene corporal. O ofurô é uma modalidade de hidroterapia na qual ocorre a aplicação da água para fins terapêuticos com ênfase em sua temperatura e seu movimento.^{43,44}

O recém-nascido é imerso em água morna em um balde até a altura dos ombros/clavículas e é suave e passivamente mobilizado por meio de flutuação assistida. Na hidroterapia no balde o terapeuta utiliza a ação da força de empuxo do meio aquático para promover movimentação espontânea, propriocepção, organização postural e/ou alongamento muscular, mobilização articular e movimentação rítmica do recém-nascido. O balde é um componente interessante porque mimetiza o espaço intra-uterino e promove posicionamento vertical ao recém-nascido prematuro, que tem

poucas oportunidades de vivenciar a movimentação espontânea nessa postura devido ao período prolongado no leito.⁴³

Estudos demonstraram que o contato do recém-nascido com o ambiente líquido pode reduzir o choro e a dor devido à estimulação da sensibilidade tátil e cinestésica. Além disso, a estimulação fornecida pela água melhora o comportamento e a qualidade do sono.³⁹

O meio aquático permite, também, maior amplitude de movimentos, além de possibilitar que o bebê reencontre as sensações de seus movimentos fundamentais e continue a desenvolver sua “coordenação motora”.⁴⁵

3. Objetivos e hipóteses

A presente tese realizou um ensaio clínico randomizado (ECR) que resultou em dois estudos. O objetivo desse ECR foi avaliar os efeitos da hidroterapia em balde sobre os sinais vitais, necessidade de uso de oxigênio, parâmetros comportamentais e tônus muscular em prematuros com DBP durante a internação na unidade neonatal.

A hipótese deste estudo foi que a intervenção proposta resultaria em melhora da saturação periférica de oxigênio, promovendo ainda o relaxamento das crianças, a melhora do padrão respiratório e a diminuição do tônus dos músculos acessórios da respiração em lactentes com DBP.

4. ARTIGO 1

Artigo original publicado no periódico:

Canadian Journal of Respiratory Therapy (CJRT)

Fator de Impacto: 1.0 Qualis : B1

Effects of bucket hydrotherapy in clinical parameters in infants with bronchopulmonary dysplasia: a pilot randomized clinical trial.

Authors: Darllyana S. Soares¹⁻³, Victoria C. Escobar^{1,2,4}, Marcia L. C. Camargo^{1,2}, Walter Sepulveda- Loyola^{1,5}, Josiane M. Felcar^{1,2,6}, Lígia S. L. Ferrari^{7,8}, Vanessa S. Probst^{1,2,6}.

¹Movement Sciences Laboratory, Specialized Center of Research and Postgraduation in Health Studies (CEPPOS); Health Sciences Center, State University of Londrina (UEL), Londrina-PR, Brazil.

²Postgraduation Program in Rehabilitation Sciences UEL-UNOPAR, Health Sciences Center, State University of Londrina, Londrina-PR, Brazil.

³ Neonatal Intensive Care Unit, Albert Sabin Children's Hospital, Ceará State Health Department, Fortaleza-CE, Brazil.

⁴ Neonatal Intensive Care Unit, CHC of the Federal University of Paraná (UFPR) - EBSERH, Curitiba, Paraná, Brazil.

⁵ Faculty of Health and Social Science, Universidad de Las Americas, Santiago Chile.

⁶Physical Therapy Department, Health Sciences Center, State University of Londrina (UEL), Londrina-PR, Brazil.

⁷Pediatric Surgery and Pediatric Department, Health Sciences Center, State University of Londrina (UEL), Londrina-PR, Brazil.

⁸Neonatal Intensive Care Unit, Londrina University Hospital, State University of Londrina (UEL), Londrina-PR, Brazil.

Clinical trial Prospectively registered at ClinicalTrials.gov: #NCT03538977

Conflict of Interest statement: The authors have no financial or any other substantive conflict of interest to declare.

Corresponding author:

Vanessa Suziane Probst

Physical Therapy Department – Health Sciences Center, State University of Londrina (UEL).
Av. Robert Koch, 60 Londrina, Paraná 86038-350, Brazil. Email: vanessaprobst@uel.br

This research is associated to the Postgraduation Program in Rehabilitation Sciences UEL-UNOPAR, Health Sciences Center, State University of Londrina (UEL), Londrina-PR, Brazil.

Financial Support: This current research was carried out with the support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (CAPES) – Financing code 001.

DSS is a CAPES scholarship holder. VSP has a scholarship from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq). Financial support from CNPq grant number 402510/2016-0.

Number of words Article:3899

Number of tables:1

Number of pictures: 5

Number of supplemental figure: 4

Number of table supplemental:1

RESEARCH ARTICLE

Effects of bucket hydrotherapy in clinical parameters in infants with bronchopulmonary dysplasia: a pilot randomized clinical trial.

ABSTRACT

Introduction: It is unknown whether bucket hydrotherapy is beneficial to premature newborns with bronchopulmonary dysplasia (BPD). **Objective:** To evaluate the effects of bucket hydrotherapy on physiological and behavioral parameters and the oxygen need in preterm infants with BPD during hospitalization. **Methods:** Twenty infants with BPD were randomized into an intervention (bucket hydrotherapy - BHG) or control group (conventional physiotherapy - PG). All infants underwent twelve days of intervention and data from the first (D1), sixth (D6) and twelfth (D12) days were analyzed. Respiratory rate (RR), heart rate (HR), peripheral oxygen saturation (SpO₂), inspired oxygen fraction (FiO₂), pain, respiratory effort, sleep, and wakefulness status were measured before, immediately after, 15, 30 and 60 minutes after intervention. **Results:** In the BHG, intragroup analysis showed lower values for FiO₂ on D1 (30': $p=0.03$, 60': $p=0.02$), HR on D6 ($p=0.004$) and RR on D12 ($p<0.03$), and higher values for SpO₂ on D12 ($p=0.0003$). Intergroup comparisons favored BHG for SpO₂ ($p=0.03$; effect size [ES]=0.99) and FiO₂ ($p<0.02$; ES>0.47) on D1, HR changes on D6 ($p<0.04$; ES>0.9) and D12 ($p=0.009$; ES=0.61). No significant intra- or intergroup differences were found in pain, respiratory effort, sleep, or wakefulness ($p>0.05$ for all). **Discussion:** Given the persistent gas exchange abnormalities in BPD, bucket hydrotherapy appears to be a feasible and beneficial non-pharmacological method for reducing oxygen requirements. **Conclusion:** The present pilot study demonstrates that bucket hydrotherapy is a therapeutic intervention that reduces HR, RR and oxygen requirements in premature infants with BPD without inducing changes in behavioral parameters.

Registered prospectively in ClinicalTrials.gov: #NCT03538977

Keywords: Bronchopulmonary dysplasia, premature, hydrotherapy, neonatal intensive care unit, oxygen.

INTRODUCTION

Scientific-technological advances in neonatal intensive care have increased the survival of premature newborns¹ however, other comorbidities related to prematurity have emerged, such as bronchopulmonary dysplasia (BPD)^{1,2} related mainly to the interruption of distal lung growth.³ Its pathogenesis still remains unclear, and the definition is still imprecise and varies among institutions and evidence-based guidelines.⁴ One of the definitions of BPD considers mild BPD infants who have received oxygen or respiratory support for >28 days but are breathing room air at 36 weeks post menstrual age. Babies with moderate BPD are those who required supplemental oxygen with a fraction of inspired oxygen (FiO₂) concentration <30%, at 36 weeks of GA. Finally, severe BPD is classified as use of >30% oxygen or positive pressure at 36 weeks.⁵ It is characterized by persistent abnormalities in gas exchange, airway function, respiratory system mechanics, and lung volumes.⁶ These changes cause a prolonged period of hospitalization for these preterm infants in neonatal units.¹

During the period of hospitalization in the Neonatal Intensive Care Unit (NICU), premature infants with BPD are exposed to a series of external factors, such as invasive and non-invasive procedures necessary for their monitoring and treatment, but which can promote excessive sensory stimuli.¹ These stimuli can trigger a generalized response to stress, including cardiorespiratory, hormonal and behavioral changes. Such physiological responses are followed by endocrine-metabolic reactions with consequent homeostatic and physiological imbalance leading to reduced oxygen saturation and increased heart and respiratory rates.¹ Thus, it is necessary to use multidisciplinary therapeutic measures that aim to promote comfort for these premature infants.⁷

Hydrotherapy is a non-pharmacological intervention used in the NICU for preterm infants across various clinical conditions. By combining the thermal and physical properties of

water, it promotes beneficial physiological responses. This technique has been shown to safely and effectively reduce pain and stress, while also improving key parameters such as heart rate (HR), respiratory rate (RR), and peripheral oxygen saturation (SpO₂).⁷ However, even though the benefits of hydrotherapy in preterm infants have been described, there is no information regarding the effects of this technique solely in preterm infants with BPD. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effects of bucket hydrotherapy on physiological and behavioral parameters and the need for oxygen (O₂) use in preterm infants with BPD during hospitalization in the neonatal unit. Our main hypothesis is that bucket hydrotherapy improves SpO₂ levels and consequently reduces oxygen requirements, while also enhancing respiratory pattern, promoting relaxation, and improving behavioral parameters in children with BPD.

METHODS

This is a randomized clinical trial (RCT) registered prospectively in ClinicalTrials.gov, carried out at the NICU of the [redacted] University Hospital of London between June 2018 and December 2019, composed by a control (conventional physiotherapy – PG) and an interventional group (conventional physiotherapy plus bucket hydrotherapy – BHG). The study was approved on November 12, 2017, by the Ethics Committee from the university ([redacted]). A free and informed consent form with information about research's ethical and legal aspects was signed by those responsible for the infants who met the inclusion criteria and agreed to participate in the study. The inclusion criteria were infants born with a post menstrual age (PMA) between 23- 36 weeks; diagnosed with BPD according to the criteria of Jobe and Bancalari⁵ classification used in the data collection institution during the period in which it occurred; necessity of O₂ therapy by low-flow nasal cannula, invasive mechanical ventilation or non-invasive ventilation (NIV); absence of central venous access, skin lesions, operative wound, drains, heart disease and adrenal insufficiency. The exclusion criteria were infants unable to perform hydrotherapy for three consecutive days due to severe respiratory effort assessed by the Silverman-Andersen Bulletin (SAB) and/or hemodynamic instability, defined as the presence of hypotension, tachycardia or SpO₂ levels $\leq 90\%$.

Sample size calculation was based on the study by Vignochi *et al*⁷ using the difference and standard deviation of SpO₂ before and after hydrotherapy in preterm babies. Assuming an alpha of 0.05, power of 90% and a loss of 30%, the number of randomized babies would be 20 (GPower 3.1.3 software – Franz Faul, Universitat Kiel, Germany). Randomization was performed at the beginning of the study, in 4 blocks of 6 participants. Each block was balanced with 3 participants allocated to each group (PG and HG) using random.org. Participant allocation was granted in sequentially numbered and sealed opaque envelopes. The envelope opening sequence defined the allocation group of each preterm infant. Methodological

procedures of randomization and allocation were carried out by a researcher not involved in the study.

Subjects in PG received conventional physiotherapy three times a day, including stretching of respiratory muscles, support in the thorax and abdomen, mobilizations, airway clearance techniques and positioning. Each session lasted around 10 to 15 minutes and were performed by the physiotherapy team from the unit. BHG received 2 sessions of conventional physiotherapy and 1 session of hydrotherapy daily. Bucket hydrotherapy was performed in a sterilizable stainless-steel bucket, with dimensions of 30 cm in diameter, 32 cm in depth, filled with water. The water temperature was adjusted between 37° and 38° Celsius, measured with a clinical mercury thermometer (5240, Buba toys®, São Paulo, Brazil). The amount of water used was sufficient to keep the infant immersed up to shoulder height. After the initial assessment, the infant was slowly immersed in warm water and suspended by occipital support performed by the physical therapist, favoring flotation and allowing to move freely in water for ten minutes (Supplementary figure 1). The therapy would be interrupted in case of intense agitation, cyanosis, worsening respiratory distress or defecation.

The therapists responsible for applying bucket hydrotherapy ([REDACTED]) have experience in neonatal care and they underwent specific training for a period of 2 months prior to the study in order to standardize the use of bucket hydrotherapy. The technique was applied according to the protocol outlined in prior studies.^{7,8,9}

The intervention occurred in 12 consecutive days. Previously published studies^{7,8} evaluated bucket hydrotherapy over a single day. Since our goal was to assess the effects of bucket hydrotherapy in the short, medium, and long term, we opted for 12 days of intervention, maintaining consistent intervals between evaluation days. The first (D1), sixth (D6) and twelfth (D12) day of intervention were selected for analysis. Assessments were performed always in

the morning and in five different moments: immediately before therapy, immediately after, 15', 30' and 60' after the intervention - whether PG or BHG.

HR, SpO₂, RR, pain, respiratory effort and sleep and wakefulness status were measured. A multiparameter monitor (Efficia CM120, Philips®, São Paulo, Brazil) was used to assess HR and SpO₂. FiO₂ was delivered and measured by a mechanical ventilator mixer while using nasal oxygen cannula or NIV according to individual needs, using the least amount O₂ needed to maintain SpO₂ levels between 91-95%.¹⁰ RR was visually measured by the physical therapist for one minute. A video of 30 seconds was recorded, and subjective variables such as pain, respiratory effort and sleep and wakefulness were evaluated by a blind evaluator. The blind evaluator was selected based on her experience in neonatology, having worked in NICU for a minimum of two years and demonstrating familiarity with the assessment scales employed. Additionally, a 15-day training program was conducted to ensure proficiency in the use of these scales.

The assessments were made using specific scales: the Neonatal Infant Pain Scale (NIPS), the SAB and the Sleep and Wake Assessment Scale, adapted by Brazelton.^{7,8,9}

The NIPS assesses pain based on the following parameters: facial expression, crying, breathing pattern, leg position, arm position, and state of arousal. Pain is considered present when the score is greater than three.¹¹ SAB quantifies respiratory distress evaluating the items: thoracoabdominal synchronism, intercostal retraction, xiphoid retraction, nasal flaring and expiratory groaning. It ranges from zero (no respiratory discomfort) to ten points (maximum discomfort).¹² Sleep and Wake State Assessment Scale, adapted by Brazelton, analyzes the behavior of preterm infants in relation to the stages of sleep and wakefulness.¹³ Other clinical data related to the mother and gestational period of the included infants were retrieved from hospital charts.

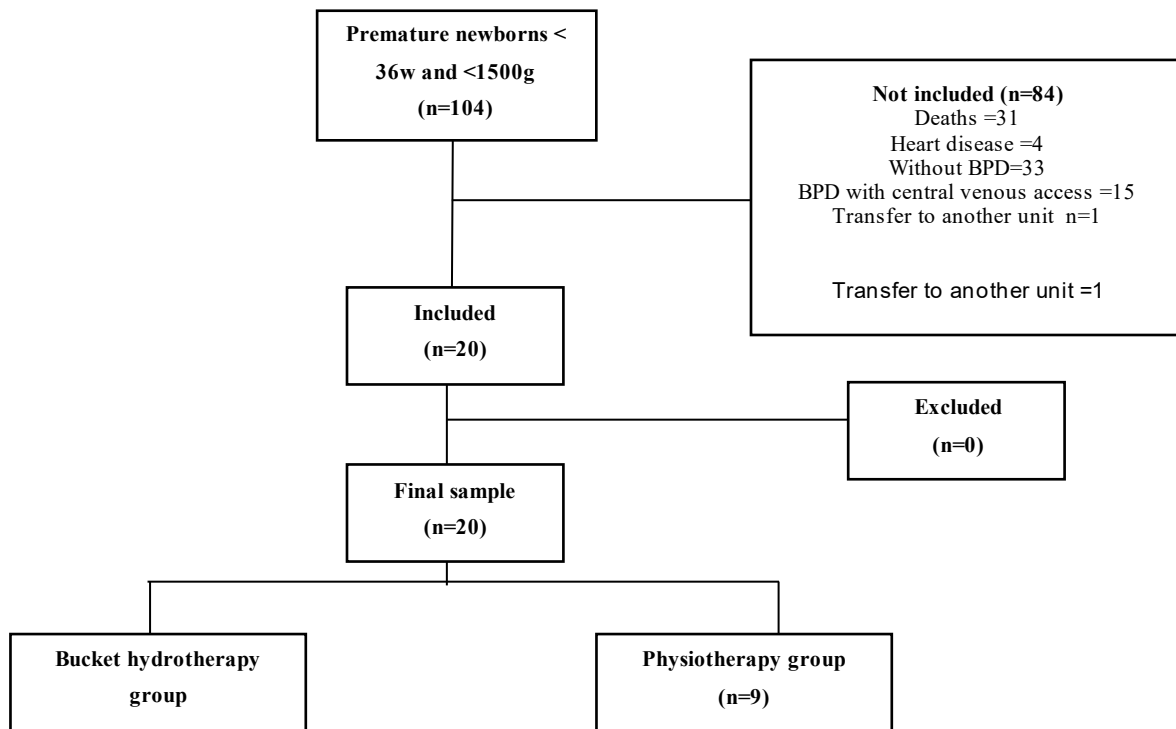
Statistical analysis was performed using GraphPad Prism 6.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, California, USA) and SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, Illinois, USA) softwares. Data normality was verified using the Shapiro-Wilk test and were described as mean \pm standard deviation or median [interquartile range 25-75%]. Categorical data were analyzed using Chi-square or Fisher's exact tests. Intergroup comparisons were checked using the unpaired Student's-t test or Mann-Whitney U test. For intragroup analyses, repeated measures ANOVA or Friedman's test were used, according to data distribution, in addition to Dunn's multiple comparison test. A 5% level was set as significant. Effect size (ES) (Cohens d) calculation was performed for the mean differences between groups. ES of 0.2, 0.5 and 0.8 were considered small, medium and large, respectively.^{14,15}

RESULTS

A total of 104 preterm infants (GA <36 weeks and birth weight \leq 1500g) were born in the NICU during the study period. Eighty-four were not included due to death (n=31), congenital malformations or heart disease (n=4), absence of a diagnosis of BPD (n=33), use of central venous access (n=15) and transfer to another unit (n=1). Twenty preterm infants with BPD were included and none of them were lost to follow up (Figure 1).

Table 1 presents the clinical characteristics of the studied population.

Figure 1. Flowchart of Premature Infants Included in the Study.



BPD: bronchopulmonary dysplasia; g: grams; W: weeks.

Table 1. Characteristics of the Studied Preterm Infants Included in the Study.

	BHG (n=11)	PG (n=9)	<i>p</i>
Sex (F/M) n	4/7	3/6	0.18
Birth weight (g)	930[850 –1138]	1040[815 –1245]	0.6
PMA (weeks)			
Birth	27 [26-28]	27[26-28]	0.8
D1	33 [32 – 34]	32[31 – 33]	0.05
D6	34 [34 – 36]	33[33 – 35]	0.09
D12	36 [35 – 37]	35 [34 – 36]	0.2
Weight on intervention day (g)			
D1	1370[1272 –1682]	1485[1268 –1689]	0.7
D6	1640[1335 – 1860]	1690[1446 – 1941]	0.9
D12	1800[1580 – 1994]	2065[1547 – 2103]	0.9
Clinical diagnoses (%)			
IC (%)	27	11	0.3
PIVH (%)	27	22	0.7
PH (%)	27	0	0.08
PDA (%)	57	44	0.7
Pneumonia (%)	27	11	0.3
RDS (%)	54	44	0.9
EOS (%)	27	22	0.8
LOS (%)	54	44	0.6
BPD (grade)			
I (%)	54	66	1.0
II (%)	18	0	0.4
III (%)	27	33	1.0

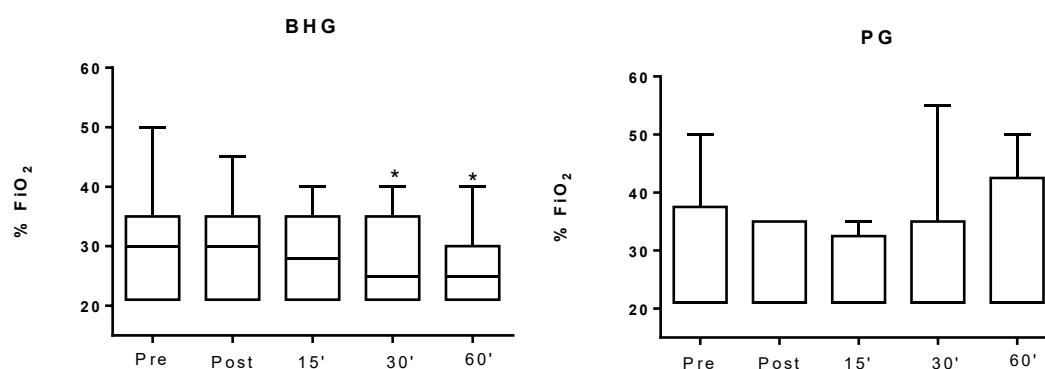
BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physical therapy group; F: female; M: male; PMA: post menstrual age; D1: first day of intervention; D6: sixth day of intervention; D12: twelfth day of intervention; g: grams; IC: Interatrial communication; PIVH: Periventricular-intraventricular hemorrhage; PH: Pulmonary hypertension; PDA: Patent ductus arteriosus; RDS: Respiratory distress syndrome; EOS: early-onset sepsis; LOS: late onset sepsis; BPD: Bronchopulmonary Dysplasia; I: mild; II: moderate; III: severe.

The duration of bucket hydrotherapy for all infants in the HG was the same and lasted for ten minutes. None of them presented intense agitation, cyanosis, worsening of the breathing pattern or defecation during the procedure.

The supplementary table 1 shows the types of ventilatory support provided throughout the study for both groups. Ventilatory assistance - whether via nasal cannula, CPAP, or invasive mechanical ventilation – was maintained according to each patient’s individual needs. No significant differences were observed between the groups in terms of ventilatory support.

In the BHG, the intragroup comparisons on D1 showed improvement in the FiO_2 , which was lower at 30' (25[21-35]%) and 60' (25[21-30]%) after bucket hydrotherapy, in comparison to before the intervention (30[21-35]%) ($p=0.03$ and $p=0.02$, respectively) (Figure 2). There were no significant differences on any other studied variables on D1.

Figure 2. FiO_2 Before and After Bucket Hydrotherapy and Conventional Physiotherapy on D1.



*Significant difference versus Pre ($p<0.05$). FiO_2 : oxygen inspired fraction; D1: first day of intervention; BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physical therapy group; Pre: immediately before the intervention; Post: immediately after the intervention; 15': 15 minutes after the intervention; 30': 30 minutes after the intervention; 60': 60 minutes after the intervention.

The BHG intragroup comparisons on D6 showed a reduction in HR at 60' (140[132-153]bpm after bucket hydrotherapy, in comparison to before the intervention (150[145-164]bpm) ($p=0.004$). There were no significant differences on any other studied variables on D6.

In the BHG, the intragroup comparisons on D12 showed improvements in RR, which was lower at 15' (42[38-50]breaths/min), 30' (40[36-47]breaths/min) and 60' (39[34-51]breaths/min) after bucket hydrotherapy, in comparison to before the intervention (51[45-63]breaths/min) ($p<0.03$ for all). SpO₂ also improved, with higher values immediately after bucket hydrotherapy (98[97-99]%) in comparison to before the intervention (95[94-98]%) ($p=0.0003$). There were no significant differences on any other studied variables on D12.

In the PG, there were no intragroup significant differences in any of the studied variables on D1, D6 and D12.

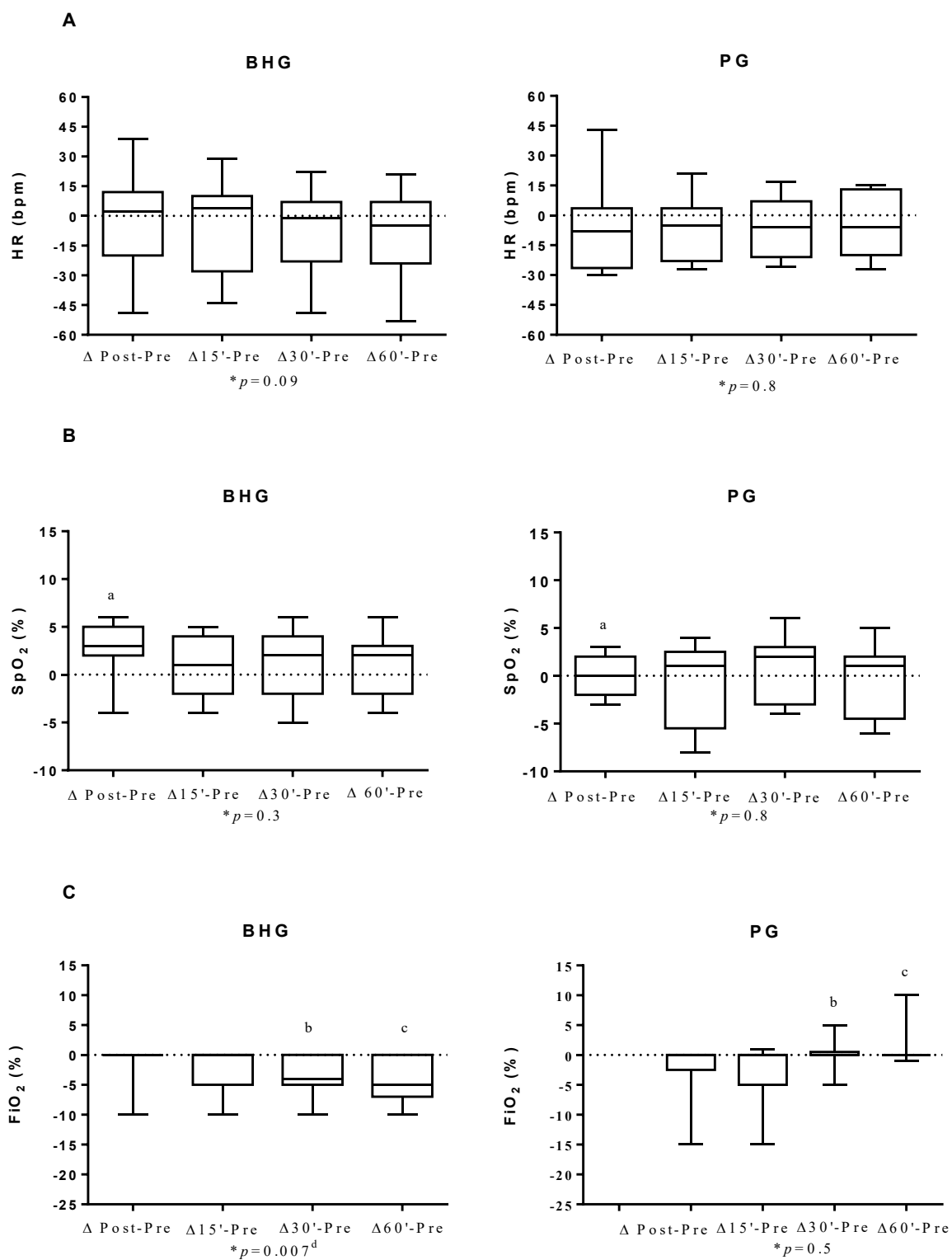
Changes in all studied outcomes in both groups on D1, D6 and D12 are shown on figures 3, 4 and 5 and on the supplementary data. Figure 3 shows that on D1, there was an improvement in Δ SpO₂ post - before in the BHG in comparison to the PG ($p=0.03$) with a large ES (0.99). Similar positive changes were observed in Δ FiO₂ 30'- before ($p=0.02$) with a medium ES (0.47) and Δ FiO₂ 60'- before ($p=0.009$) with a large ES (0.54) in the BHG in comparison to the PG.

Figure 4 shows that on D6, there was an improvement in Δ HR with a large ES for all analyzes, Δ HR post-before ($p=0.04$; ES=0.9), Δ HR 15'- before ($p=0.01$; ES=1.17), Δ HR 30'- before ($p=0.03$; ES=0.99) and Δ HR 60'-before ($p=0.01$; ES=1.19) in the BHG in comparison to the PG.

Figure 5 shows that on D12, there was an improvement in Δ HR 15'-before ($p=0.009$) with a large ES (0.61) in the BHG in comparison to the PG.

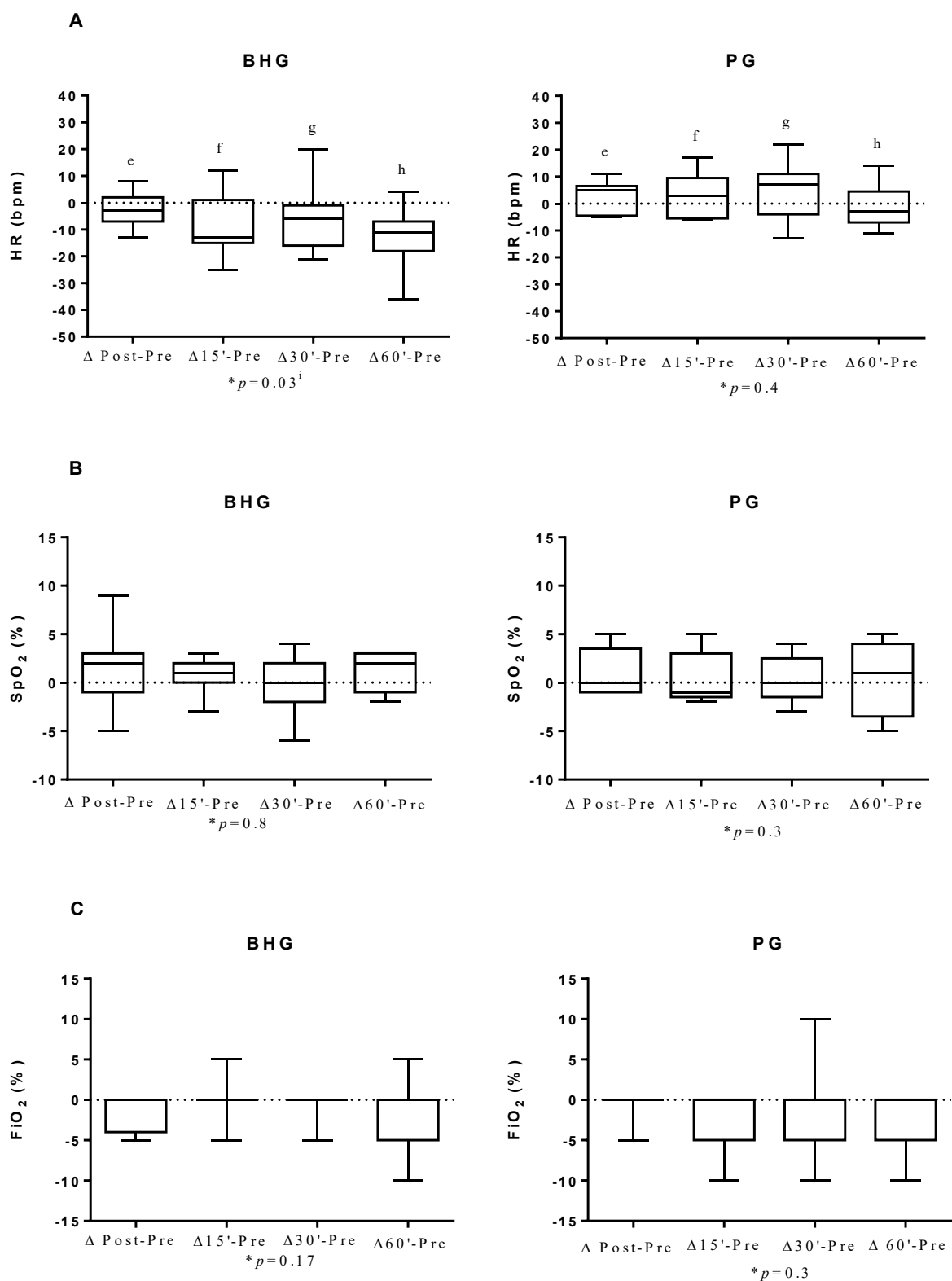
Regarding behavioral parameters, no significant changes were observed in the intra and intergroup analyses on the evaluated days (D1, D6, and D12). These results are presented in the supplementary figures 3, 4, and 5.

Figure. 3. Intra and intergroup Changes in Physiological and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D1.



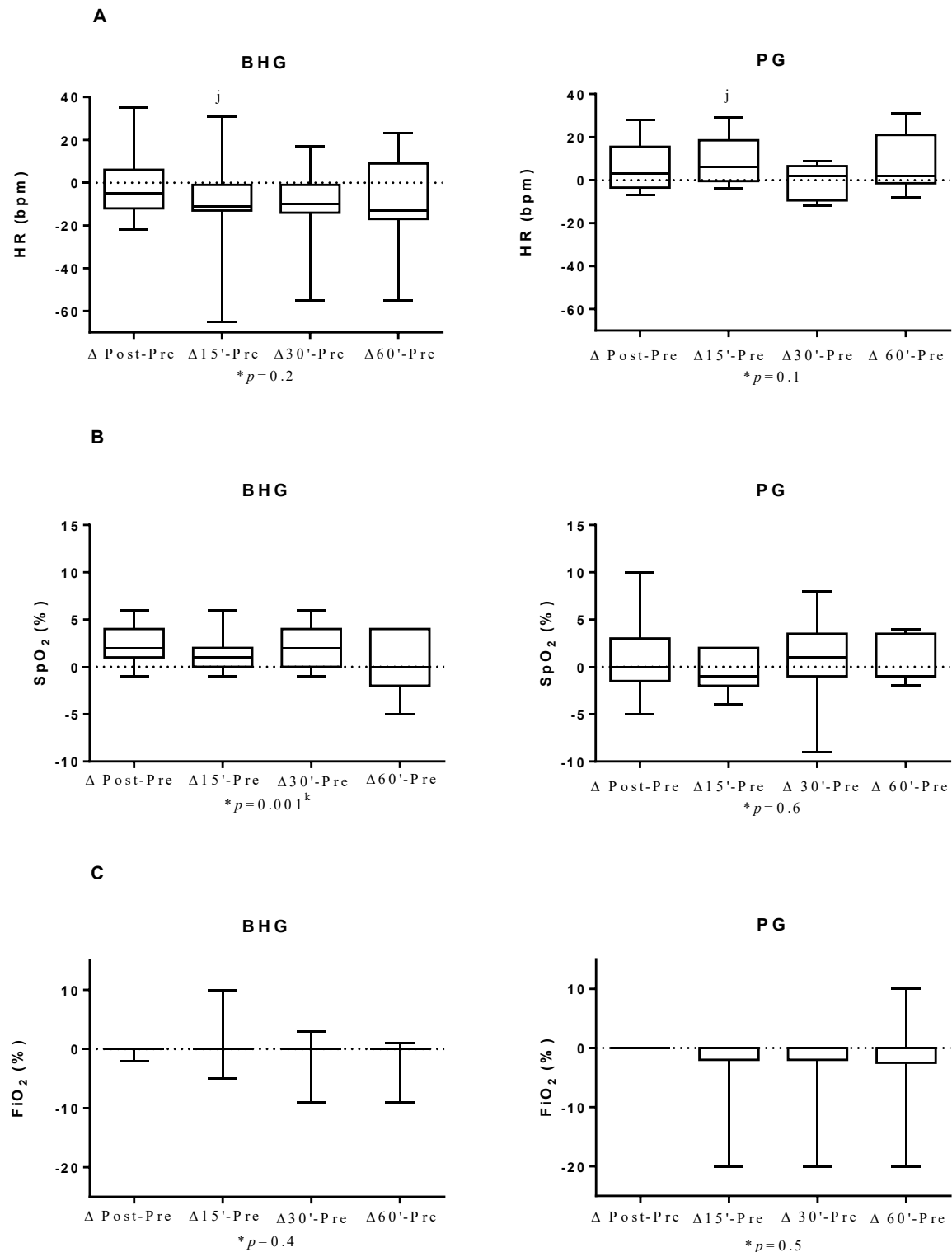
A: HR: heart rate; B: SpO₂: peripheral oxygen saturation C: FiO₂: oxygen inspired fraction; BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group. D1: first day of intervention; *Intragroup analyzes before and after intervention. ^aStatistically significant between-group differences at post-pre (BHG) vs post-pre (PG) ($p=0.03$); Effect Size=0.99; ^bStatistically significant between-group differences at 30'-pre (BHG) vs 30'-pre (PG) ($p=0.02$); Effect Size=0.47; ^cStatistically significant between-group differences at 60'-pre (BHG) vs 60'-pre (PG) ($p=0.009$); Effect Size= 0.54; ^dStatistically significant intragroup difference ($\Delta 60'$ -Pre vs Post-Pre).

Figure 4. Intra and intergroup Changes in Physiological and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D6.



A: HR: heart rate; B: SpO₂: peripheral oxygen saturation; C: FiO₂: oxygen inspired fraction; BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group. D6: sixth day of intervention; *Intragroup analyzes before and after intervention. ^eStatistically significant between-group differences at post-pre (BHG) vs post-pre (PG) ($p=0.04$); Effect Size= 0.9; ^fStatistically significant between-group differences at 15'-pre (BHG) vs 15'-pre (PG) ($p=0.01$); Effect Size=1.17; ^gStatistically significant between-group differences at 30'-pre (BHG) vs 30'-pre (PG) ($p=0.03$); Effect Size=0.99. ^hStatistically significant between-group differences at 60'-pre (BHG) vs 60'-pre (PG) ($p=0.01$); Effect Size=1.19; ⁱStatistically significant intragroup difference ($\Delta 60'$ -Pre vs Post-Pre).

Figure 5. Intra and intergroup Changes in Physiological and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D12.



A: HR: heart rate; B: SpO₂: peripheral oxygen saturation; C: FiO₂: oxygen inspired fraction; BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group. D12: twelfth day of intervention; *Intragroup analyzes of before and after intervention. ^jStatistically significant between-group differences at 15-pre (BHG) vs 15-pre (PG) ($p=0.009$); Effect Size=0.61; ^kStatistically significant intragroup difference ($\Delta 60'$ -Pre vs Post-Pre).

DISCUSSION

This study is the first RCT to show the effects of bucket hydrotherapy in preterm infants with BPD. According to the results of the present study, bucket hydrotherapy is a safe approach that can be applied to this population. It also reduces the need for O₂ and improves the levels of SpO₂ with only one session, and reduces HR and RR after cumulative sessions. Bucket hydrotherapy proved to be more effective than conventional physical therapy in reducing FiO₂ and improving SpO₂ and HR.

Even though improvements in SpO₂ have been shown in newborns after bucket hydrotherapy,^{8,16} none has shown a reduction in FiO₂ after the procedure. The present study shows that newborn infants with BPD who received bucket hydrotherapy required less oxygen after the intervention. In the study by Vignochi *et al*⁷, 12 newborns with a GA of less than 36 weeks received a single hydrotherapy session and their SpO₂ varied from 91%±3.66% before hydrotherapy to 95.75% ± 3.24% (P=0.002) after five minutes of the intervention. In contrast to those findings, the intragroup comparison of the present study did not show any significant difference in SpO₂ on the first day of intervention. However, this might be related to the fact that, in the present study, this parameter was used to guide the reduction on FiO₂ offered to patients during the evaluation. Whenever the premature infant had a satisfactory SpO₂ (above 95%), the evaluator reduced the FiO₂ offered. In fact, there was a reduction in FiO₂ after bucket hydrotherapy and the intergroup comparison showed that the BHG presented a greater reduction in FiO₂, with a large effect size when compared to the PG. These data suggest the importance of bucket hydrotherapy in reducing the need for oxygen in preterm infants with BPD.

On the 12th day of intervention, when FiO₂ was at the lowest setting 21 [21-27]%, infants had an improvement in SpO₂, with values ranging from 95 [94-98] % to 98 [97-99]% after bucket hydrotherapy. Such improvement was only observed in the BHG group. The increase in SpO₂ can be explained by the fact that hydrostatic pressure (one of the physical

properties of water) triggers changes in respiratory function with an increase in SpO₂. The blood is displaced from the lower limbs to the chest region, causing an increase in venolymphatic return, and resulting in an increase in the central volume, which mainly increases the blood flow to the alveoli, which may explain the improvement in gas exchange¹⁷ and the consequent decrease in the need for O₂ in preterm infants with BPD.

It is also important to highlight the improvements observed in HR after bucket hydrotherapy on D6 and D12, with large effect sizes in comparison to the control group. This finding is in agreement with the study by Sweeney,¹⁸ which showed a decrease in HR after hydrotherapy, suggesting that this effect is associated with the change to a behavioral state of comfort and relaxation provided by the physical properties of water.¹⁸ Hydrotherapy using heated water at thermoneutral temperatures has been shown to reduce levels of stress-related hormones in the body. These responses are hypothetically associated with decreased activation of the sympathetic nervous system, promoting a state of psychophysiological relaxation.^{1,19} Additionally, the floating in water using hydrotherapy reduces the amount of sensory stimuli, which can act to decrease muscle tension. By decreasing the effects of the force of gravity, the buoyancy of the water reduces the activation of joint weight and pressure receptors, mitigating the kinesthetic stimulus and, therefore, the perception of weight bearing. Thus, the reduction of sensory stimuli that impact the activity of musculoskeletal function may have influenced a possible behavioral relaxation of newborns.^{1,19} The lack of results regarding improvements in HR on D1 of intervention may be due to the fact that the infants were not yet totally relaxed, since the bucket is a new environment which requires a few sessions for adaptation. The same can be said for RR, which showed a reduction in the BHG only on D12 of intervention.

This improvement in RR is in agreement with the study by Tobinaga *et al*⁸ that evaluated 15 premature newborns with GA=34.2 ±1.66 weeks, assessed before and after hydrotherapy, with values of RR ranging from 55.2 ± 9.16 to 49.3 ±7.9 (P=0.004) breaths per minute after

hydrotherapy. According to the same authors, tachypnea can occur as a result of stress or pain. The reduction in RR observed after bucket hydrotherapy can be associated with a better behavioral state and relaxation provided by the physical properties of water.⁸

Although the reductions in HR and RR observed were statistically significant, they are not considered clinically relevant due to their small magnitude and the fact that the absolute values remained within normal physiological ranges. However, interpreting the true impact of these changes in premature newborns is challenging, as their physiological and behavioral systems are frequently hyperstimulated in the extrauterine environment compared to the regulated sensory input of the intrauterine setting. Nonetheless, the observed decreases in HR and RR provide supportive evidence that hydrotherapy does not induce stress or pain in this population.⁸

As for the lack of results regarding the behavior of preterm infants in relation to the sleep and wake phases after hydrotherapy, this study is in accordance with the study by Tedesco *et al*,⁹ in which the Brazelton Neonatal Behavioral Assessment Scale was also used in a randomized clinical trial with 34 preterm newborns allocated into an experimental (which received hydrotherapy) or a control (submitted only to diaper change) group. Similarly to the present study, the newborns from the study mentioned before⁹ were also not swaddled for hydrotherapy, but were placed naked in the water, being free to perform spontaneous movements. The authors suggest that the active movements performed by the newborns as well as the movements facilitated by the therapist during hydrotherapy may have resulted in a more active behavioral state in the study participants.⁹

Despite the absence of changes in the behavior of the studied sample in terms of sleep and wakefulness phases, pain and breathing pattern after hydrotherapy, these variables remained within the normal parameters, which suggests that bucket hydrotherapy is a safe

procedure that can be applied in preterm infants with BPD since it does not induce any adverse effects.¹

This present study has several limitations. First, preterm infants were not categorized by BPD severity or corticosteroid use during the study period. Future studies should include these variables to explore potential differences in intervention response. Second, although multiple assessments (baseline, immediately after, and at 15-, 30-, and 60-minutes post-intervention) were used to maximize the detection of changes, they may have interfered with infant relaxation, potentially affecting some clinical outcomes, which would justify the lack of benefits in other clinical outcomes studied. Additionally, assessments took place up to 60 minutes after the intervention, and in many cases, coincided with the children's diet schedule, and some of the infants presented crying and irritation related to appetite. Furthermore, the small sample size must also be acknowledged as a limitation. Nonetheless, it is important to emphasize that research in this field is scarce, and conducting studies with this population is particularly challenging due to their vulnerability and clinical complexity. Despite these limitations, this pilot study was a RCT, with both groups (BHG and PG) comparable in terms of post menstrual age, birth weight, sex distribution, BPD severity, weight, and major diagnoses throughout the study, ensuring group homogeneity for comparative analysis. As the first RCT in this area, the findings provide a valuable foundation for future investigations with larger cohorts. Such studies should further explore the short-term physiological and behavioral effects of bucket hydrotherapy, as well as its potential impact on survival and length of hospital stay.

CONCLUSION

The present pilot study demonstrates that bucket hydrotherapy is a non-pharmacological therapeutic intervention that could contribute to the reduction of HR, RR, and oxygen requirements in preterm infants with BPD, without inducing changes in behavioral parameters.

REFERENCES

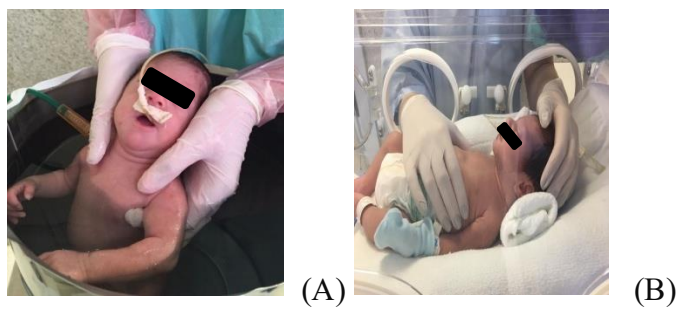
1. Silva HA, Silva KC, Reco MON, Costa AS, Soares-Marangoni DA, Merey LSF. Physiological effects of bucket hydrotherapy for premature newborns. *Rev Ter Ocup Univ São Paulo*. 2017;28(3):309-15. doi: 10.11606/issn.2238-6149.v28i3p309-315.
2. Piscoya MDBV, Annes ALM, Silva GAA, Silva RM. Bronchopulmonary Dysplasia - definition, pathophysiology and treatment: literature review. *Inova Saúde*. 2017;6(1):93-106. doi: <http://dx.doi.org/10.18616/is.v4i2.2238.1-16>
3. Costa PFBM. Bronchopulmonary Dysplasia. *Pulmão RJ*. 2013;22(3):37-42.
4. Higgins RD, Jobe AH, Koso-Thomas M, Bancalari E, Viscardi RM, Hartert TV, et al. Bronchopulmonary dysplasia: executive summary of a workshop. *J Pediatr*. 2018;197:300–308. doi: 10.1016/j.jpeds.2018.01.043.
5. Jobe AH, Bancalari E. Bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 163:1723–9. doi:10.1164/ajrccm.163.7.2011060.
6. Thekkeveedu RK, Guaman MC, Shivanna B. Bronchopulmonary Dysplasia: a review of pathogenesis and pathophysiology. *Respir Med*. 2017;132:170-77. doi: 10.1016/j.rmed.2017.10.014.
7. Vignochi C, Texeira PP, Nader SS. Effect of Aquatic Physical Therapy on Pain and State of Sleep and Wakefulness among Stable Preterm Newborns in Neonatal Intensive Care Units. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(3): 214–20.
8. Tobinaga WCO, Marinho CL, Abelenda VLB, Sá PM, Lopes AJ. Short-term effects of hydrokinesiotherapy in hospitalized preterm newborns. *Rehabil Res Pract*. 2016;2016:1-8. doi: 10.1155/2016/9285056.
9. Tedesco NM, Nascimento ALF, Mallmann GS, Merey LSF, Raniero EPR, Gonçalves-Ferri WA, Soares-Marangoni D. Bucket Hydrokinesiotherapy in Hospitalized Preterm Newborns: A

- Randomized Controlled Trial. *Physiother Theory Pract.* 2022;38(13):2452-61. doi: 10.1080/09593985.2021.1926025.
10. Askie LM, Darlow BA, Finer N, et al. Association Between Oxygen Saturation Targeting and Death or Disability in Extremely Preterm Infants in the Neonatal Oxygenation Prospective Meta-analysis Collaboration. *JAMA.* 2018 ;319(21):2190-2201. doi:10.1001/jama.2018.5725.
11. Guinsburg R, Balda RC, Berenguel RC, Almeida MF, Tonelloto J, Santos AM, Kopelman BI Behavioral pain scales assessment in neonates. *J Pediatr (Rio J).* 1997;73(6):411-18. doi: 10.2223/jped.571.
12. Lanza FC, Barcellos PG, Corso SD. Evaluation of prone position associated with CPAP in newborn preterm. *Fisioter. Pesqui.* 2012;19(2):135-140. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502012000200008>.
13. Brazelton TB. *Neonatal Behavioral Assessment Scale.* 50th ed. Clinics in Developmental Medicine; 1973.
14. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
15. Fritz CO, Morris L, Richler JJ. Effect Size Estimates: Current Use, Calculations, and Interpretation. *J Exp Psychol Gen.* 2012;141: 2-18. doi: 10.1037/a0024338.
16. Barbosa LPC, Carneiro EM. Impact of hydrotherapy in hospitalized newborns. *Fisioter Bras.* 2016;16(3):207-211. doi:10.33233/fb.v16i3.76.
17. Cunha MG, Caromano FA. Physiological effects of immersion and its relation with sensory deprivation and relaxation in hydrotherapy. *Revis. Terap. Ocupac da USP.* 2003;14:95-103.
18. Sweeney JK. Neonatal hydrotherapy: an adjunct to developmental intervention in an intensive care nursery setting. *Phys Occup Ther Pediatr.* 1983;3(1):39-52. https://doi.org/10.1080/J006v03n01_0.
19. Novakoski KRM, Valderramas SR, Israel VL, Yamaguchi B, Andrezza MG. Back to the

liquid environment: effects of aquatic physiotherapy intervention performed on preterm infants.
Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2018; 20(6):566-75. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n6p566>.

Supplementary data

Supplementary Figure 1. Intervention Performed on Infants.



A: Hydrotherapy; B: Conventional Physiotherapy.

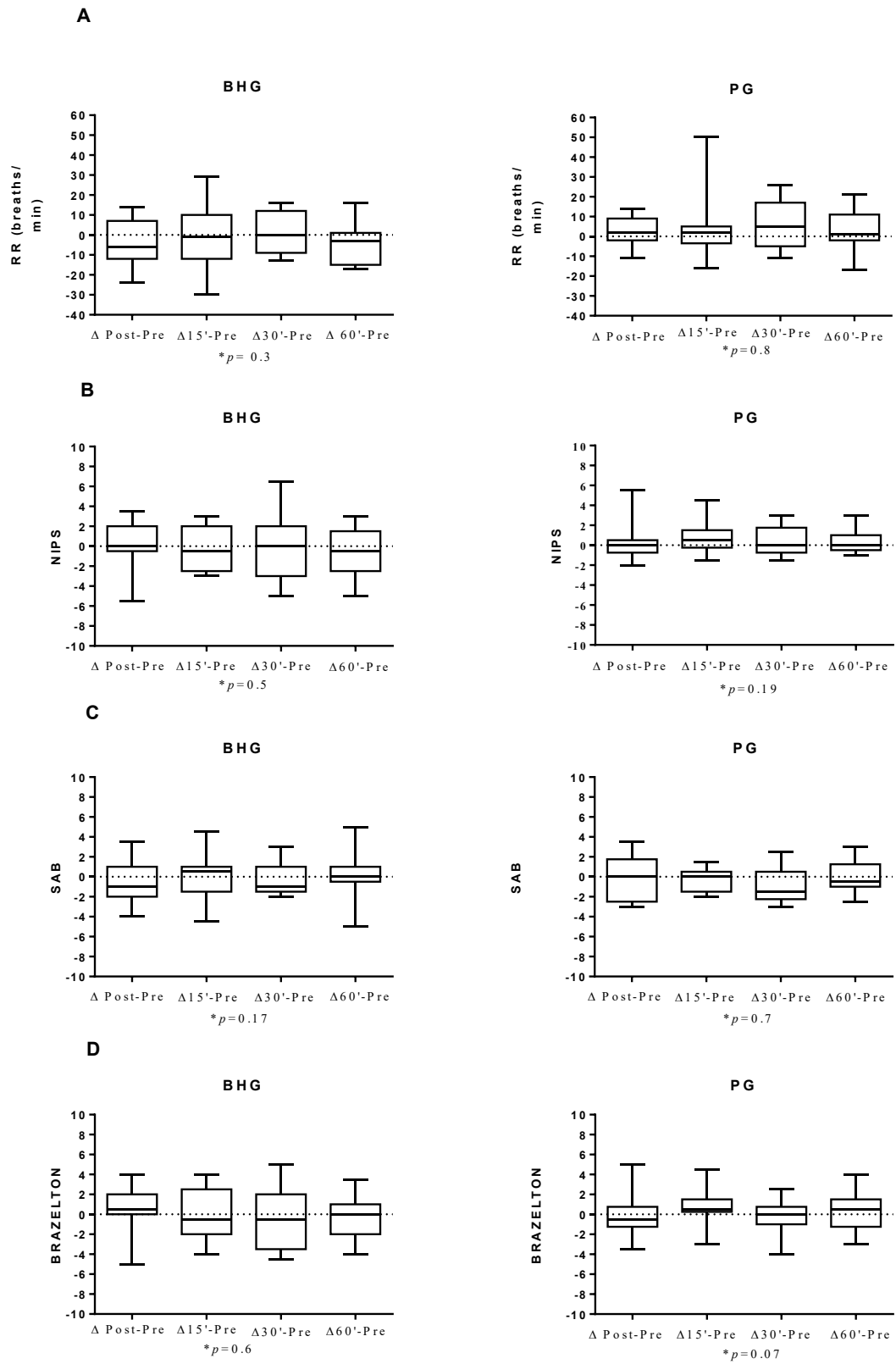
Source: Archive photo of the researchers involved in the study.

Supplementary Table 1. Type and percentage of ventilatory assistance and oxygen therapy throughout the study period.

		D1			D6			D12		
Type	of	BHG	PG	<i>p</i>	BHG	PG	<i>p</i>	BHG	PG	<i>p</i>
ventilatory assistance										
Room air (%)		0	0	1.0	36	56	0.6	55	56	1.0
Nasal cannula (%)		27	11	0.6	36	11	0.3	45	22	0.3
CPAP in room air (%)		37	56	0.6	0	11	0.4	0	11	0.4
CPAP + O ₂ > 21% (%)		18	11	1.0	28	11	0.6	0	11	0.4
NIPPV in room air (%)		0	0	1.0	0	0	1.0	0	0	1.0
NIPPV + O ₂ > 21% (%)		18	22	1.0	0	11	0.4	0	0	1.0

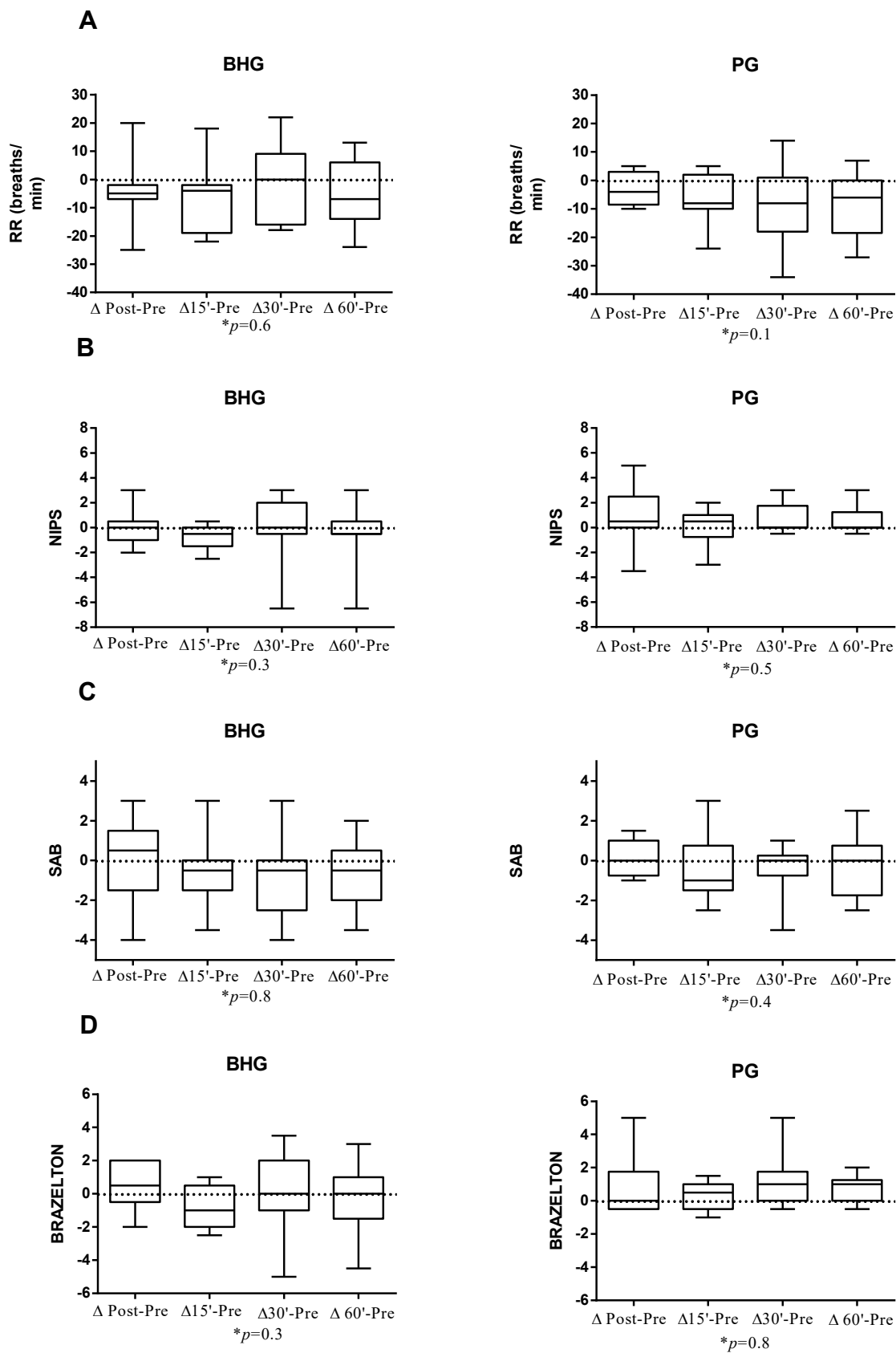
D1: first day of intervention; D6: sixth day of intervention; D12: twelfth day of intervention; BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physical therapy group; CPAP: continuous positive airway pressure; O₂: oxygen; NIPPV: intermittent positive pressure nasal ventilation.

Supplementary Figure 2: Intra and intergroup Analysis in Respiratory rate and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D1.



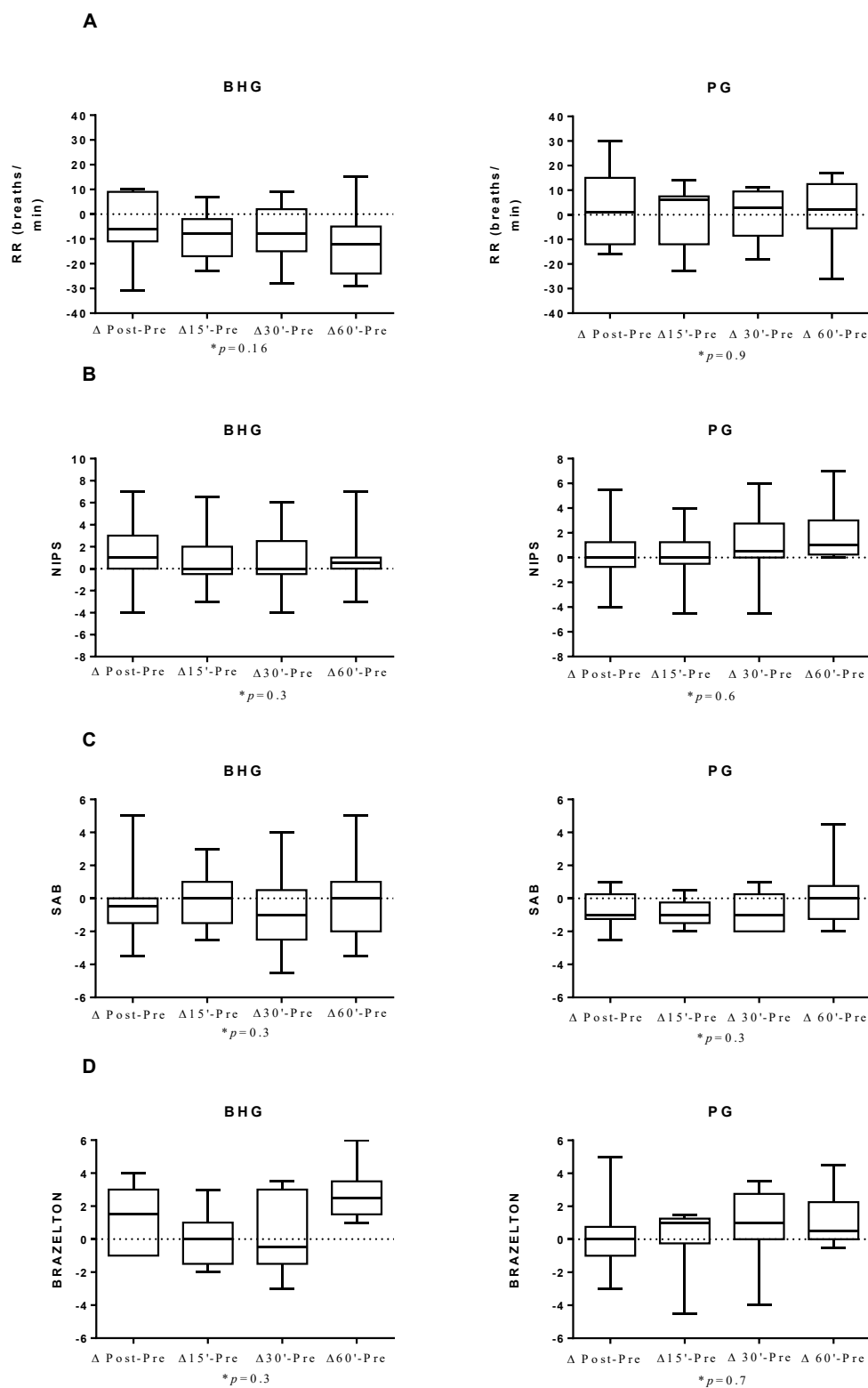
A: RR: respiratory rate; B: NIPS: Neonatal-Infant Pain Scale; C: SAB: Silverman-Andersen Bulletin; D: BRAZELTON: Brazelton scale. BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group. *Intragroup analyzes before and after intervention.

Supplementary Figure 3: Intra and intergroup Analysis in Respiratory rate and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D6.



A: RR: respiratory rate; B: NIPS: Neonatal-Infant Pain Scale; C: SAB: Silverman-Andersen Bulletin; D: BRAZELTON: Brazelton scale. BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group. *Intra group analyzes before and after intervention.

Supplementary Figure 4: Intra and intergroup Analysis in Respiratory rate and Behavioral Parameters in the BHG and PG on D12.



A: RR: respiratory rate; B: NIPS: Neonatal-Infant Pain Scale; C: SAB: Silverman-Andersen Bulletin; D: BRAZELTON: Brazelton scale. BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group. *Intragroup analyzes before and after intervention.

5. ARTIGO 2

Artigo original formatado nas normas do periódico

Revista Paulista de Pediatria (RPPed)

Fator de Impacto: 1.4 Qualis: B1

The effects of bucket hydrotherapy on the electrical activity of the accessory respiratory muscles in premature newborns with bronchopulmonary dysplasia.

Hydrotherapy effects on respiratory muscle activity in premature newborns with BPD.

Hydrotherapy Effects on Respiratory Muscle Activity in Premature Newborns with BPD

Efeitos da Hidroterapia em balde sobre a atividade elétrica dos músculos acessórios da respiração em recém-nascidos prematuros com Displasia Broncopulmonar.

Efeitos da Hidroterapia na atividade elétrica dos músculos respiratórios de prematuros com DBP.

Darlllyana de Sousa Soares (ORCID:0009-0007-0825-1751), Postgraduation Program in Rehabilitation Sciences UEL-UNOPAR, Health Sciences Center, State University of Londrina, Londrina-PR, Brazil.

Neonatal Intensive Care Unit, Albert Sabin Children's Hospital, Ceará State Health Department, Fortaleza-CE, Brazil.

Victoria Cristina Escobar (ORCID:0000-0002-8629-2352), Postgraduation Program in Rehabilitation Sciences UEL-UNOPAR, Health Sciences Center, State University of Londrina, Londrina-PR, Brazil.

Neonatal Intensive Care Unit, CHC of the Federal University of Paraná (UFPR)- EBSERH, Curitiba, Paraná, Brazil.

Marcia Larissa Cavallari Camargo (ORCID: 0000-0003-0762-0424), Postgraduation Program in Rehabilitation Sciences UEL-UNOPAR, Health Sciences Center, State University of Londrina, Londrina-PR, Brazil.

Hygor Vinícius Pereira Martins (ORCID: 0000-0002-8820-4299), Postgraduate Program in Electrical Engineering (PPGEE), Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Cornélio Procópio-PR, Brazil.

Eddy Krueger (ORCID: 0000-0003-3890-1595), Department of Anatomy, Laboratory of Neural Engineering and Rehabilitation, State University of Londrina (UEL), Londrina-PR, Brazil.

Vanessa Suziane Probst (ORCID:0000-0003-1483-5319), Physical Therapy Department, Health Sciences Center, State University of Londrina (UEL), Londrina-PR, Brazil.

Author's contributions

Study design: Darlyana S. Soares, Victoria C. Escobar, Vanessa S. Probst.

Data collection: Darlyana S. Soares, Victoria C. Escobar, Marcia L. C. Camargo.

Data analysis: Darlyana S. Soares, Hygor V. P. Martins, Eddy Krueger.

Manuscript writing: Darlyana S. Soares.

Manuscript revision: Vanessa S. Probst.

Study supervision: Vanessa S. Probst.

Declaration: We declare that the database that originated the article is available upon request to the corresponding author.

Corresponding author

Name: Vanessa Suziane Probst

Adress: Physical Therapy Department – Health Sciences Center, State University of Londrina (UEL). Av. Robert Koch, 60 Londrina, Parana 86038-350, Brazil. Email: vanessaprobst@uel.br

Phone: +55 43 33712490

e-mail: vanessaprobst@uel.br

(The clinical trial registry number is: ClinicalTrials.gov: NCT03538977)

The study was approved by the Ethics Committee from the State University of Londrina (#2.377.175).

Conflict of interests: The authors have no financial or any other substantive conflict of interest to declare.

Funding: This current research was carried out with the support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (CAPES) – Financing code 001. DSS is a CAPES scholarship holder. VSP has a scholarship from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq). Financial support from CNPq grant number 402510/2016-0.

Total number of words: text 3346; abstract 254; resumo 250;
References 23; Tables 4; Figures 2; Supplemental figure 1 ;

ABSTRACT

Objective: to evaluate the effects of bucket hydrotherapy on the electrical activity of the accessory respiratory muscles in preterm infants with bronchopulmonary dysplasia (BPD) using electromyography. **Methods:** Twenty infants with BPD were randomized into an intervention group (bucket hydrotherapy - BHG) or a control group (conventional physical therapy - PG). All infants underwent twelve consecutive days of intervention and data from the first (D1), sixth (D6) and twelfth (D12) days were analyzed. The electrical activity of the Serratus Anterior (SA), Trapezius (TR), and Erector Spinae (EE) were analyzed using surface electromyography (EMGs). In addition, heart rate (HR), respiratory rate (RR), oxygen saturation (SpO₂), oxygen requirement (O₂), pain, respiratory effort, sleep and wakefulness were also assessed. All measurements occurred before and 30' after the intervention. **Results:** A greater electrical activity was observed for the EE in the BHG in bands 30 (106.68 [152.3 - 88.67]) V and 42 (104.77 [159.48 - 71.18]) V compared to the PG band 30 (84.74 [14.41 - 46.42]) V and band 42 (79.02 [102.89 - 54.55]); $p \leq 0.03$ for both and a lower electrical activity for SA in band 180 for the BHG (65.53 [109.28 - 44.89]) V compared to the PG (85.38 [127.43 - 82.71]) V; $p = 0.04$. There was a reduction in fraction of inspired oxygen (FiO₂) on D1 for the BHG compared to the PG. **Conclusion:** Bucket hydrotherapy is a non-pharmacological therapy that enhances the activation of the EE muscle and promotes relaxation of the SA, thereby optimizing respiratory biomechanics and reducing the need for O₂ in infants with BPD.

Keywords: Brochopulmonary dysplasia, premature, hydrotherapy, oxygen, electromyography.

RESUMO

Objetivo: Avaliar os efeitos da hidroterapia na atividade elétrica dos músculos acessórios da respiração em recém-nascidos prematuros com displasia broncopulmonar (DBP) por meio da eletromiografia. **Métodos:** Vinte recém-nascidos com DBP foram randomizados em um grupo intervenção (hidroterapia - GH) ou um grupo controle (fisioterapia convencional - GC). Todos os recém-nascidos completaram doze dias consecutivos de intervenção e os dados do primeiro (D1), sexto (D6) e décimo segundo (D12) dias foram analisados. A atividade elétrica do Serrátil Anterior (SA), Trapezio (TR) e Ereter da Espinha (EE) foi analisada por meio da eletromiografia de superfície (EMGs). Além disso, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação de oxigênio (SpO₂), necessidade de oxigênio (O₂), dor, esforço respiratório, sono e vigília também foram avaliados. Todas as medidas ocorreram antes e 30' após a intervenção. **Resultados:** Foi observada maior atividade elétrica para o EE no HG nas bandas 30 (106,68 [152,3 - 88,67]) V e 42 (104,77 [159,48 - 71,18]) V em comparação ao GC banda 30 (84,74 [14,41 - 46,42]) V e banda 42 (79,02 [102,89 - 54,55]); p=0,03 para ambos e menor atividade elétrica para SA na banda 180 para o HG (65,53 [109,28 - 44,89]) V; p=0,04 em comparação ao GC. Houve redução na fração inspirada de oxigênio (FiO₂) no D1 para o GH em comparação ao GC. **Conclusão:** A hidroterapia é uma terapia não farmacológica que melhora a ativação do músculo EE e promove o relaxamento do SA, otimizando a biomecânica respiratória e reduzindo a necessidade de O₂ em lactentes com DBP.

Palavras-chave: Displasia broncopulmonar, prematuro, hidroterapia, oxigênio, eletromiografia.

INTRODUCTION

Despite significant advances in perinatal care, bronchopulmonary dysplasia (BPD) remains one of the most common, complex, and intriguing diseases in perinatal medicine. Its pathogenesis has yet to be fully elucidated, and its definition remains imprecise and varies between institutions and evidence-based guidelines.¹

This disease is caused, in part, by the damage to the airways of premature babies from mechanical ventilation and prolonged oxygen therapy, leading to lifelong lung damage.²⁻⁴

BPD has a characteristic and well-defined clinical presentation: the constant need to use low or high flow oxygen in the most severe cases, intercostal retractions, nasal flaring, use of accessory muscles, thoracoabdominal asynchrony.^{5,6} The study by Rosa *et al.* (2024)⁷ emphasizes that premature babies with BPD exhibit increased muscle tone in the inspiratory accessory muscles trapezius, serratus anterior and erector spinae muscles, throughout their hospitalization in the neonatal intensive care unit (NICU).

Based on these changes caused by BPD, pulmonary rehabilitation interventions become imperative to reduce the need for ventilatory support and reduce the energy cost associated with the overactivation of these accessory respiratory muscle groups.⁷

One of the non-pharmacological therapeutic approaches that has gained significant attention for its frequent use in neonatal units is hydrotherapy. This technique involves immersing the newborn (NB) in warm water within a bucket, ensuring the water reaches up to the level of the shoulders or clavicles. The infant is gently and passively mobilized through assisted floating. The therapist uses the buoyant force of the aquatic environment to stimulate spontaneous movement and enhance proprioception, thereby facilitating postural organization, muscle stretching, joint mobilization, and rhythmic movement. Furthermore, the physical properties of water, together with the therapeutic effects of heat, not only positively influence the behavioral and physiological state but also benefit the newborn's musculoskeletal system.⁸

The muscular activity of these patients can be assessed subjectively, during a physical examination using scales, and objectively, by surface electromyography (EMG), which is a technique to assess the electrical activity produced by a muscle, with electrodes positioned on the surface of the skin.⁷

Given the increased muscle tone in the accessory respiratory muscles (trapezius, serratus anterior, and erector spinae) observed in premature newborns with BPD⁷, the need for therapies that minimize this alteration caused by the pathology, and the growing adoption of bucket hydrotherapy in NICUs, this study aims to objectively evaluate the impact of hydrotherapy on the muscle electrical activity of these premature newborns during their hospitalization in a NICU.

METHODS

Study design, sample and randomization

This study was part of a larger randomized clinical trial which aimed at evaluating the effects of bucket hydrotherapy on physiologic and clinical parameters in preterm infants with BPD during their hospitalization in a NICU. A separate study was undertaken as it was very difficult to analyze muscle electric activity in the context of the larger trial, which was already very challenging. Data collection was conducted at the NICU of the Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina (HU-UEL) between June 2018 and December 2019. The study was registered on ClinicalTrials.gov (#NCT03538977) and approved by the university's Ethics Committee of the institution (#2.377.175). The study is reported following the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) guidelines. An informed consent form with information on the ethical and legal aspects of the research was signed by the guardians of the infants who met the inclusion criteria and agreed to participate in the study.

The inclusion criteria were: gestational age (GA) at birth between 23-36 weeks; birth weight < 1.500g; diagnosis of BPD according to the criteria established by Jobe and Bancalari,⁴ which was the classification adopted by the data collection institution during the period; requirement for oxygen (O₂) therapy administered via low-flow nasal cannula, invasive mechanical ventilation or non-invasive ventilation (NIV); and absence of central venous access, skin lesions, surgical wounds, drains, or congenital heart disease. Exclusion criteria were: infants who were unable to undergo bucket hydrotherapy for three consecutive days due to severe respiratory distress, as assessed by the Silverman-Andersen Bulletin (SAB), or due to hemodynamic instability; and those for whom electromyographic evaluation was not feasible.

Participant allocation was provided in sequentially numbered and sealed opaque envelopes. The sequence in which the envelopes were opened defined the allocation group for each preterm infant. The randomization and allocation methodological procedures were performed by a researcher not involved in the study, using random.org. Subjects could be allocated either to the control group (conventional physical therapy - PG) or the intervention group (conventional physical therapy plus bucket hydrotherapy - BHG) using random.org.

Interventions

The PG subjects received conventional physiotherapy three times a day, including stretching of the respiratory muscles, chest and abdominal support, mobilizations, secretion removal (slow increase in expiratory flow), and positioning, techniques standardized in the unit. Each session lasted approximately 10 to 15 minutes and was performed by the unit's physiotherapy team (Figure 1). Before and after the intervention, in the morning, the physiotherapists responsible for the study collected EMG data.

BHG received two sessions of conventional physiotherapy and one session of bucket hydrotherapy daily, also in the morning. Hydrotherapy, based on the protocol of other

previously published studies⁹⁻¹¹, was performed in a sterilizable stainless steel bucket, measuring 30 cm in diameter and 32 cm in depth, filled with water. The water temperature was adjusted between 37° and 38° Celsius, measured with a clinical mercury thermometer (5240, Buba toys®, São Paulo, Brazil). The amount of water used should be sufficient to keep the infant immersed up to shoulder height. After the initial assessment, the infant was slowly immersed in warm water and the hydrotherapy was discontinued in cases of agitation, cyanosis, worsening respiratory distress, or defecation.

The therapists responsible for administering bucket hydrotherapy (Darlyana de Sousa Soares and Victoria Cristina Escobar) possess specialized expertise in neonatal care and completed a two-month training program prior to the study. This training was specifically designed to standardize the hydrotherapy protocol and ensure consistent and accurate application of the intervention throughout the study period. The technique used followed the protocol applied previously.⁹⁻¹¹ In which, after being immersed in warm water, the infant remains suspended by occipital support provided by the physiotherapist, promoting buoyancy and allowing the infant to move freely in the water for ten minutes (Supplemental figure).

Assessments

Both interventions occurred on 12 consecutive days. The first (D1), sixth (D6) and twelfth (D12) days of intervention were selected for analysis, with equal interval for collection days. Assessments were always performed in the morning and at 2 different times: immediately before therapy (immediately after the baby is removed from the water, placed in the incubator, dried and diapered), and 30' after the intervention - either PG or BHG.

Muscle electrical activity

Muscle electrical activity was assessed using surface electromyography (EMG). The infant was positioned in the left lateral decubitus position, and the skin was cleaned with

distilled water to allow good electrode-skin contact. To capture the electromyographic signals, eight-channel passive bipolar surface electrodes of Ag/AgCl associated with a conductive gel were placed on the following muscles: trapezius (TR), serratus anterior (SA) and erector spinae (EE), with a distance of 10 mm between them (Figure 1), according to the standardization of Surface ElectroMyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM).¹⁶ The selection of these muscles was based on the study by *Rosa et al.*,⁷ as they are anatomically associated with the rib cage and function as accessory inspiratory muscles.

To collect SA muscle activity, the electrodes were positioned laterally to the mammillary line. For the trapezius, the electrodes were positioned between the medial edge of the scapula and the spine, at the T3 level. And for EE, above the iliac crest, next to the spinal process at the L1 level (Figure 2). The reference electrode was positioned on the lateral malleolus. Signal capture lasted 30 seconds and was initiated when the baby had a score between 4 and 5 on the sleep-wakefulness scale (Brazelton). The signal recording was initiated when the newborns remained with the assessed muscle at rest. When active movements of the newborn occurred during the recording, the electromyographic signal was rejected and a new recording was performed. The electromyographic recordings were always made by the same researchers (DSS and VCE). The observation of the children's permanence in the appropriate conditions for both the hydrotherapy group and the control group was supervised by the researchers.

The electromyographic signal was recorded with an acquisition frequency of 1000 Hz. A 10 s period (window) of the total electromyographic reading (30 s) was used.¹⁷

The signal was previously processed by a customized routine in the MatLab (MathWorks Inc; Natick, Massachusetts, EUA). A third-order Butterworth filter was applied, with a passband between 20 and 450 Hz, another band-reject filter at 60 Hz and harmonics. The median frequency (Hz) and root mean square (RMS in VRMS) descriptors were extracted.

Furthermore, the signals were processed in the wavelet domain with the frequency bands at: 20 Hz, 30 Hz, 42 Hz, 56 Hz, 72 Hz, 90 Hz, 110 Hz, 131 Hz, 155 Hz, 180 Hz, 207 Hz and 237 Hz.⁷

To minimize adverse environmental impacts, the heated incubator was turned off at the time the signal was captured. Additionally, if the infant was undergoing phototherapy, it was also turned off.

The data were then normalized (transformation of the absolute value of the amplitude of the electromyographic signal into a relative value, in which 100% is attributed to the maximum peak of the signal in the recording period). Thus, the measure considered for the comparison of the electromyographic activity between the groups was the normalized RMS ((post/pre)*100), expressed as RMS%.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using GraphPad Prism 6.0 software (GraphPad Software Inc., San Diego, California, USA) and SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, Illinois, USA), and electromyographic data processing was performed using Python 3.13 (Python Software Foundation, Netherlands). Data normality was verified using the Shapiro-Wilk test and, according to distribution, they were described as mean \pm standard deviation or median [interquartile range 25–75%]. Categorical data were analyzed using the chi-square or Fisher's exact tests. Intergroup comparisons were verified using the unpaired Student's t-test or the Mann-Whitney test. A significance level of 5% was used in all analyses.

The data were evaluated according to their distribution (parametric and nonparametric) and were presented in median and interquartile range as a form of standardization.

RESULTS

From June 2018 to December 2019, 104 preterm newborns (GA < 36 weeks and birth weight ≤ 1500 g) were born in the NICU of the University Hospital of the State University of Londrina. Eighty-four were not included in the study due to death (n = 31), congenital malformations or heart disease (n = 4), lack of diagnosis of BPD (n = 33), use of central venous access (n = 15) and transfer to another unit (n = 1). Twenty preterm newborns with BPD were initially included in the study; however, two infants from the hydrotherapy group were excluded due to technical issues with the device, which resulted in the failure to capture the EMG signal (Figure 3).

Table 1 presents data on sex, GA, weight and the main diagnoses of the studied population. All newborns included in BHG received the same amount of hydrotherapy.⁹ None of them presented intense agitation, cyanosis, worsening of the respiratory pattern or defecation during the procedure. Table 2 shows that there was no difference in the need for ventilatory assistance and oxygen therapy throughout the study period.

A total of 18 infants were evaluated, with 47 electromyographic signals analyzed prior to the intervention and 51 signals analyzed following the intervention (BHG or PG). Seven pre-intervention analyses and three post-intervention analyses were excluded due to excessive noise in the electromyographic signals or technical issues with the device during data collection (*e.g.*, program malfunction preventing it from opening).

Table 3a and table 3b show a reduction in the electrical activity of the SA in band 180 ($p = 0.04$), in the BHG in relation to the PG, and an increase in the electrical activity of the EE in bands 30 and 42 with a significant difference ($p = 0.03$ and $p = 0.02$, respectively) and without a significant difference in band 20 ($p = 0.07$) also in the BHG group in relation to the PG. No differences were observed in the electrical activity of the TR in either of the two trained groups.

DISCUSSION

This study is the first randomized clinical trial to demonstrate the effects of bucket hydrotherapy on muscle activation in infants with BPD during hospitalization in a neonatal unit. According to the results of the present study, bucket hydrotherapy is a safe approach that promotes the optimization of respiratory biomechanics, through greater activation of the EE muscle and relaxation of the SA of infants with BPD, with a reduction in the need for FiO_2 compared to conventional physiotherapy.

Although studies^{10,18} have demonstrated the effect of bucket hydrotherapy on improving SpO_2 and behavioral status in newborns, none have shown the effect of this therapy on the muscle tone of infants with BPD. The present study showed that bucket hydrotherapy promotes changes in the tone of accessory respiratory muscles, providing better respiratory biomechanics in these patients while they are still hospitalized.

It was possible to observe the activation of the EE and relaxation of the SA, which may be associated with the environment offered by the bucket, which is an interesting component because it mimics the intrauterine space and promotes vertical positioning for the premature newborn.⁸ Thus, the buoyancy provided by the water facilitates movements of the upper limbs¹⁹ which may be associated with the relaxation of the SA muscle. Vertical positioning may require greater activation of the EE muscle because it is the muscle responsible for stabilizing the rib cage.²⁰

It was possible to observe greater activation of the EE muscle (Table 3). The electromyographic activity of a muscle at rest represents the state of its muscle tone¹⁷. Thus, we understand that the tone of the EE muscle, one of the muscles responsible for stabilizing the chest wall, increased with the stimulation of bucket hydrotherapy.

The accessory muscles of inspiration act, through their tone and strength, to stabilize the chest wall (tonic contraction), preventing inspiratory retraction of the chest wall during diaphragm contraction. Stabilization of the rib cage is a relevant function of the EE muscle. The

degree of tone and strength of these muscles prevents inspiratory retraction of the chest wall during the drop in pleural pressure during inspiration. Whenever there is instability of the chest wall causing negative inspiratory movements, ventilatory muscle effort is installed, which alters respiratory synchrony and increases energy expenditure. Breathing then ceases to exist as a backdrop for non-respiratory activities and begins to limit them.²⁰

Activities that contribute to strengthening and stretching the respiratory muscles help to stabilize the rib cage and improve the performance of the diaphragm.²⁰ With the increase in the electromyographic activity of the EE, bucket hydrotherapy has been shown to be an effective stimulus for the stability of the chest wall and consequently for better performance of the diaphragm.

Recently, Liberato *et al.*²¹ conducted a clinical trial involving 26 newborns with a mean GA of 33.8 ± 2.5 weeks to evaluate the effects of bucket hydrotherapy on diaphragm function using kinesiological ultrasound. The study demonstrated that the intervention led to an increase in diaphragmatic excursion and peripheral oxygen saturation, reinforcing its potential to enhance respiratory biomechanics in neonates.

It is also crucial to emphasize the reduction in tone of the SA muscle (Table 3). The study by Rosa *et al.*⁷ demonstrated that infants with BPD exhibit increased tone of accessory respiratory muscles, such as the SA, during hospitalization in the NICU. Bucket hydrotherapy may serve as a therapeutic intervention that facilitates the relaxation of this muscle, thereby promoting more favorable biomechanics in infants with BPD. This effect could be attributed to the stabilizing action of the EE on the rib cage, which enables the diaphragm's function without overloading other accessory muscles. Additionally, the physical properties of water may induce a behavioral state of comfort and relaxation, further contributing to this beneficial outcome.^{20,22}

Floating reduces the amount of sensory stimuli, which may act to reduce muscle tension. By reducing the effects of gravity, the buoyancy of water reduces the activation of joint weight

and pressure receptors, attenuating kinesthetic stimuli and, therefore, the perception of weight support. Thus, the reduction of sensory stimuli that impact musculoskeletal function activity may have influenced a possible behavioral relaxation of newborns.^{8,23}

The change in the SA muscle may be linked to the relaxation provided by the aquatic environment, as the therapeutic effects of warm water immersion have been shown to enhance respiratory muscle function in premature infants.²³

Although the study by Rosa *et al.*⁷ demonstrated an increase in muscle tone in the TR of infants with BPD, the present study did not observe a significant difference in the tone of this muscle after bucket hydrotherapy when compared to the control group. This suggests that bucket hydrotherapy did not adversely affect the respiratory pattern of these children, nor did it lead to respiratory discomfort.

This study has some limitations, such as the difficulty in evaluating such a specific group of participants as the preterm newborns, using the EMG method, due to their fragility, the environment in which they were (in the NICU inside the incubator and using non-invasive mechanical ventilation in some evaluations), and the size of the muscles (making bilateral evaluation impossible and potentially generating contamination of the EMG signal – cross talk). However, all care was taken to control these limitations, such as prior training with the EMG equipment and the correct position of the electrodes, experience in handling the preterm newborns, turning off the incubator at the time of the evaluation in order to avoid interference, and the use of small electrodes. Additionally, there was difficulty in maintaining the same intervention duration for both groups. While the hydrotherapy duration was 10 minutes, the conventional physiotherapy duration ranged from 10 to 15 minutes according to the patient's needs. Another limitation was the absence of categorization of preterm newborns based on the degree of BPD, which hindered the ability to assess how responses to the intervention varied

with the severity of BPD. Future studies should consider classifying these patients according to BPD severity, enabling a more detailed analysis of potential differences in treatment responses.

The results of this study demonstrate that bucket hydrotherapy promotes greater activation of the EE muscle and relaxation of the SA, which optimizes respiratory biomechanics and consequently reduces the need for O₂ in infants with BPD. Furthermore, the absence of adverse effects and the maintenance of physiological parameters within normal limits reinforce the safety of the therapy as an approach for respiratory rehabilitation of infants with BPD in the hospital environment.

REFERENCES

- 1.Higgins RD, Jobe AH, Koso-Thomas M, Bancalari E, Viscardi RM, Hartert T V., et al. Bronchopulmonary Dysplasia: Executive Summary of a Workshop. *J Pediatr.* 2018; 197: p.300– 08.
- 2.Thébaud B, Goss KN, Laughon M, et al. Bronchopulmonary dysplasia. *Nat Rev Dis Primers.* 2019;5(1):78.
- 3.Thekkevedu RK, Guaman MC, Shivanna B. Bronchopulmonary Dysplasia: a review of pathogenesis and pathophysiology. *Respir Med.* 2017;132:170-177.
4. Jobe AH, Bancalari E. Bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 163:1723– 9.
5. Costa PFBM. Bronchopulmonary Dysplasia. *Pulmão RJ.* 2013;22(3):37-42.
- 6.Piscoya MDBV, Annes ALM, Silva GAA, Silva RM. Bronchopulmonary Dysplasia - definition, pathophysiology and treatment: literature review. *Inova Saúde.* 2017;6(1):93-106.
7. Rosa TR, Sepúlveda-Loyola W, Soares DS, Kreling JC, Felcar JM, Ferrari LSL, Silva-Junior RA, Krueger E, Probst VS. Electromyographic activity of respiratory muscles in premature infants with bronchopulmonary dysplasia: a longitudinal study. *Cuest. fisioter.* 2024; 53(2): 123- 34.
8. Silva HA, Silva KC , Reco MON, Costa AS, DA Soares-Marangoni, Merey LSF. Physiological Effects of Bucket Hydrotherapy for Premature Newborns. *Journal of Occupational Therapy of University of São Paulo.*2022; 28(3): 309–15.
9. Vignochi C, Texeira PP, Nader SS. Effect of Aquatic Physical Therapy on Pain and State of Sleep and Wakefulness among Stable Preterm Newborns in Neonatal Intensive Care Units. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(3): 214–20.
10. Tobinaga WCO, Marinho CL, Abelenda VLB, Sá PM, Lopes AJ. Short-term effects of hydrokinesiotherapy in hospitalized preterm newborns. *Rehabil Res Pract.* 2016; 2016:1-8.

11. Tedesco NM, Nascimento ALF, Mallmann GS, Merey LSF, Raniro EPR, Gonçalves-Ferri WA, Soares-Marangoni D. Bucket Hydrokinesiotherapy in Hospitalized Preterm Newborns: A Randomized Controlled Trial. *Physiother Theory Pract.* 2022;38(13):2452-61.
12. Askie LM, Darlow BA, Finer N, et al. Association Between Oxygen Saturation Targeting and Death or Disability in Extremely Preterm Infants in the Neonatal Oxygenation Prospective Meta-analysis Collaboration. *JAMA.* 2018 ;319(21):2190- 01.
13. Guinsburg R, Balda RC, Berenguel RC, Almeida MF, Tonelloto J, Santos AM, Kopelman BI Behavioral pain scales assessment in neonates. *J Pediatr (Rio J).* 1997;73(6):411-18.
14. Lanza FC, Barcellos PG, Corso SD. Evaluation of prone position associated with CPAP in newborn preterm. *Fisioter. Pesqui.* 2012;19(2):135-140.
15. Brazelton TB. Neonatal Behavioral Assessment Scale. 50th ed. *Clinics in Developmental Medicine*; 1973.
- 16 . Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug RG. Development of recommendations for SEMG sensors and sensors placement procedures. *J Electromyog and Kines.* 2000 ; 10(5): 361–74.
17. Diniz KT, Filho JEC, Miranda RM, Lima GMS, Figueredo NPS, Araújo KFN. Short-time effect of the kangaroo position on electromyographic activity of premature infants: a randomized clinical trial. *J Pediatr (Rio J).* 2020;96(6):741-47.
18. Barbosa LPC, Carneiro EM. Impact of hydrotherapy in hospitalized newborns. *Fisioter Bras.* 2016;16(3):207- 11.
19. Caromano FA, Nowotny JP. Princípios físicos que fundamentam a hidroterapia. *Fisioterapia Brasil.* 2002; 3 (6):1-9.
20. Lima, MP. Bases do método reequilíbrio toracoabdominal. In: Sarmiento GJV. *Recursos em fisioterapia cardiorrespiratória.* São Paulo: Manole, 2012.
21. Liberato KC, Andrezza MG, Assis MS, Sarquis ALF, Kovelis DM, Gomes EO, Lima MN, Israel VL. Impact of aquatic physiotherapy in NICU on diaphragmatic mobility assessed by kinesiological ultrasound: clinical trial. *Rev Pesqui Fisioter.* 2024; 14:5423-26.

22. Sweeney JK. Neonatal hydrotherapy: an adjunct to developmental intervention in an intensive care nursery setting. *Phys Occup Ther Pediatr.* 1983;3(1):39-52.
23. Novakoski KRM, Valderramas SR, Israel VL, Yamaguchi B, Andrezza MG. Back to the liquid environment: effects of aquatic physiotherapy intervention performed on preterm infants. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2018; 20(6):566-75.

Table 1. Characteristics of the studied preterm infants included in the study.

	BHG (n=9)	PG (n=9)	P
Sex (F/M) n	4/5	3/6	0.6
Birth GA (weeks)	27 [25 – 28]	27 [26 – 28]	0.4
Birth weight (g)	890 [801 –1060]	1040 [815 –1245]	0.3
Weight on intervention day (g)			
D1	1370 [1272 – 1682]	1485 [1268 – 1689]	0.8
D6	1610 [1328 – 1855]	1690 [1446 – 1941]	0.7
D12	1786 [1575 – 1987]	2065 [1547 – 2103]	0.6
Clinical diagnoses(%)			
IC (%)	33	11	0.25
PIVH (%)	33	22	0.6
PH (%)	33	0	0.05
PDA (%)	44	44	1.0
Pneumonia (%)	22	11	0.5
RDS (%)	66	44	0.3
EOS (%)	22	22	1.0

	LOS (%)	44	44	1.0
BPD (grade)	I (%)	45	66	0.6
	II (%)	22	0	0.4
	III (%)	33	34	1.0

BHG: bucket hydrotherapy group; PG: conventional physical therapy group; IR: interquartile range 25-75%; M: male; F: female; GA: gestational age; g: grams; IC: Interatrial communication; PIVH: Periventricular-intraventricular hemorrhage; PH: Pulmonary hypertension; PDA: Patent ductus arteriosus; RDS: Respiratory distress syndrome; EOS: early-onset sepsis; LOS: late onset sepsis.

Table 2. Ventilatory assistance and oxygen therapy throughout the study period.

	Day 1			Day 6			Day 12		
	BHG	PG	P	BHG	PG	P	BHG	PG	P
Room air (%)	0	0	1	22	55	0.33	44	55	1
O ₂ (%)	22	11	1	44	11	0.3	55	22	0.3
CPAP (%)	55	66	1	33	22	1	0	22	0.5
NIPPV (%)	22	22	1	0	11	1	0	0	1

HG: hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group; O₂: oxygen therapy; CPAP: continuous positive airway pressure; NIPPV: intermittent positive pressure nasal ventilation;

Table 3a. Electromyographic activity (RMS%) distributed across muscle frequency bands (20, 30, 42, 56, 72 and 90 Hz) in infants with BPD.

Msc	Band 20		P	Band 30		P	Band 42		P	Band 56		P	Band 72		P	Band 90		P
	HG	PH		HG	PH		HG	PG		HG	PH		HG	PH		HG	PH	
TP	102 (128-84)	104 (115 - 83)	0.9	97 (121 - 78)	103 (114 - 82)	0.6	95 (116 - 74)	94 (111 - 85)	0.6	92 (114 - 72)	98 (110 - 88)	0.6	91 (130 - 72)	103 (121 - 86)	0.4	93 (120 - 6)	101 (128 - 91)	0.3
SA	95 (113 - 81)	98 (114 - 91)	0.5	97 (108 - 79)	99 (112 - 85)	0.5	91 (106 - 76)	100 (111 - 82)	0.3	84 (106 - 71)	100 (111 - 80)	0.2	83 (108 - 64)	88 (114 - 79)	0.3	85 (106 - 59)	84 (120 - 73)	0.6
EE	102 (137- 89)	82 (114 - 58)	0.07	106 (152 - 88)	84 (114 - 46)	0.03*	104 (159 - 71)	79 (102 - 54)	0.02*	102 (132 - 74)	87 (109 - 58)	0.2	100 (134 - 64)	83 (116 - 60)	0.3	103 (121 - 71)	96 (114. - 59)	0.5

RMS%: normalized root mean square; Msc: muscle; TP: Trapezius; SA: serratus anterior; EE: Erector Spinae; HG: hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group; * Statistically significant between-group differences (P<0,05).

Table 3b. Electromyographic activity (RMS%) distributed across muscle frequency bands (90, 110, 131, 155, 180, 207 and 237 Hz) in infants with BPD.

Msc	Band 90		P	Band 110		P	Band 131		P	Band 155		P	Band 180		P	Band 207		P	Band 237		P
	HG	PH		HG	PG		HG	PG		HG	PG		HG	PG		HG	PG		HG	PG	
TP	93 (120 - 69)	101 (128 - 91)	0.3	95 (109 - 69)	98 (141 - 84)	0.4	90 (115 - 66)	104 (139 - 77)	0.3	80 (112 - 68)	106 (129 - 88)	0.1	92 (109 - 72)	108 (140 - 80)	0.1	97 (111 - 81)	108 (133 - 82)	0.3	97 (103 - 84)	103 (130 - 86)	0.3
SA	85 (106 - 59)	84 (120 - 73)	0.6	91 (105 - 64)	90 (111 - 68)	0.9	76 (101 - 64)	90 (114 - 66)	0.4	64 (110 - 57)	85 (122 - 72)	0.07	65 (109 - 44)	85 (127 - 82)	0.04*	89 (110 - 50)	82 (119 - 73)	0.3	86 (109 - 62)	95 (116 - 70)	0.2
EE	103 (121 - 71)	96 (114 - 59)	0.5	92 (117 - 72)	100 (127 - 70)	0.7	93 (116 - 76)	103 (140 - 79)	0.3	94 (106 - 79)	99 (130 - 87)	0.3	96 (108 - 79)	101 (127 - 91)	0.2	97 (108 - 81)	104 (131 - 89)	0.2	97 (104 - 86)	102 (125 - 91)	0.2

RMS%: normalized root mean square; Msc: muscle; TP: Trapezius; SA: serratus anterior; EE: Erector Spinae; HG: hydrotherapy group; PG: conventional physiotherapy group; * Statistically significant between-group differences (P<0,05).

Figures



Figure 1. Positioning of electrodes on the patient.

Source: File photo of the researchers involved in the study.

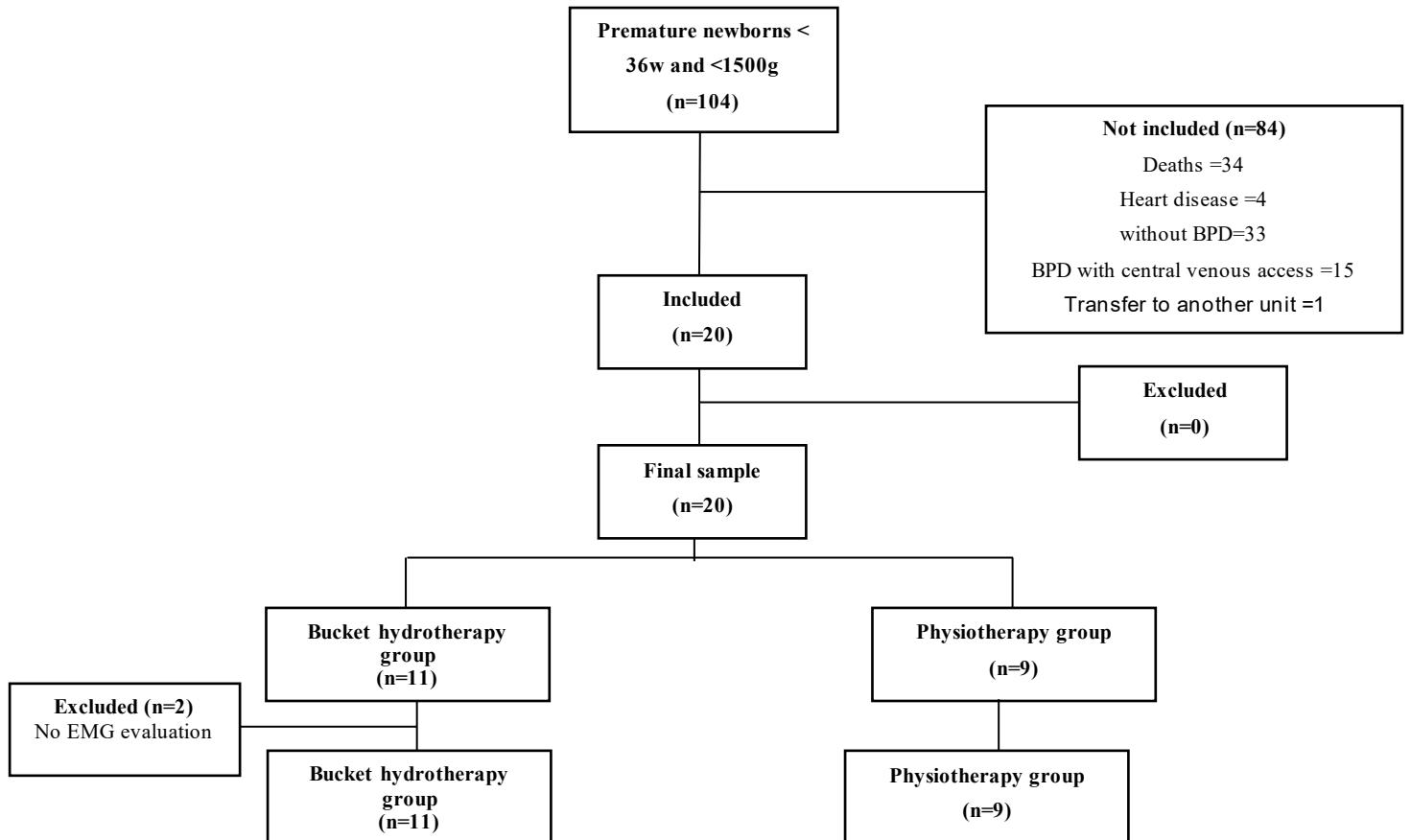


Figure 2. Flowchart of premature infants included in the study.

BPD: bronchopulmonary dysplasia; g: grams; W: weeks; EMG: Electromyography.



Supplemental figure: Intervention performed on infants. Bucket hydrotherapy (A), Conventional Physiotherapy (B)

Source: File photo of the researchers involved in the study.

6. CONCLUSÃO GERAL

A presente tese fornece uma análise abrangente a respeito dos efeitos da hidroterapia em balde sobre sinais vitais, parâmetros clínicos e comportamentais, incluindo dados acerca da atividade elétrica muscular de lactentes prematuros com DBP internados em unidade de terapia intensiva neonatal.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a hidroterapia em balde configura-se como um recurso terapêutico não farmacológico eficaz, capaz de promover a redução da frequência cardíaca e da necessidade de oxigênio suplementar e melhora da saturação de oxigênio em bebês prematuros com DBP, sem provocar alterações nos parâmetros comportamentais. Adicionalmente, a intervenção favorece a ativação do músculo eretor da espinha e o relaxamento do serrátil anterior, contribuindo para a otimização da biomecânica respiratória. A ausência de efeitos adversos e a manutenção dos parâmetros fisiológicos dentro dos limites de normalidade reforçam a segurança da hidroterapia em balde como uma estratégia viável e benéfica para a reabilitação de bebês com DBP no ambiente hospitalar.

As perspectivas futuras são que os estudos produzidos possam ser utilizados para ampliar o acesso de lactentes à hidroterapia em balde, promovendo seus benefícios em escala mais abrangente. Além disso, destaca-se a importância do desenvolvimento de novas pesquisas que incluam o acompanhamento a longo prazo, com o objetivo de avaliar os efeitos da hidroterapia em balde na saúde respiratória e no desenvolvimento neuropsicomotor dos bebês. Considerando que muitos desses pacientes enfrentam complicações prolongadas, como doenças respiratórias crônicas e distúrbios neurológicos, é fundamental compreender se os benefícios observados em curto prazo se traduzem em melhorias duradouras ao longo do tempo.

7. Referências Bibliográficas

1. World Health Organization. WHO recommendations on interventions to improve preterm birth outcomes. Geneva: WHO,2015 [citado em 30 de janeiro de 2025]. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/183037/9789241508988_eng.pdf?sequence=1
2. Silva HA, Silva KC , Reco MON, Costa AS, DA Soares-Marangoni, Merey LSF. Physiological Effects of Bucket Hydrotherapy for Premature Newborns. *Journal of Occupational Therapy of University of São Paulo*.2022; 28(3): 309–15.
3. World Health Organization. Born Too Soon: The Global Action Report on Preterm Birth. *World Heal. Organ.* 2012; 13:1–26.
4. Piscoya MDBV, Annes ALM, Silva GAA, Silva RM. Bronchopulmonary Dysplasia - definition, pathophysiology and treatment: literature review. *Inova Saúde*. 2017;6(1):93-106.
5. Costa PFBM. Bronchopulmonary Dysplasia. *Pulmão RJ*. 2013;22(3):37-42.
6. Thébaud B, Goss KN, Laughon M, et al. Bronchopulmonary dysplasia. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;5(1):78.
7. Rosa TR, Sepúlveda-Loyola W, Soares DS, Kreling JC, Felcar JM, Ferrari LSL, Silva-Junior RA, Krueger E, Probst VS. Electromyographic activity of respiratory muscles in premature infants with bronchopulmonary dysplasia: a longitudinal study. *Cuest. fisioter*. 2024; 53(2): 123- 34.
8. Cavalcanti A N F. Avaliação do parâmetro eletromiográfico de frequência mediana do bíceps braquial em recém nascidos pré-termo submetidos à posição canguru. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Fisioterapia. Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife,2013.
9. Vignochi C, Texeira PP, Nader SS. Effect of Aquatic Physical Therapy on Pain and State of Sleep and Wakefulness among Stable Preterm Newborns in Neonatal Intensive Care Units. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(3): 214–20.
10. World Health Organization. WHO recommendations for care of the preterm or low-birth-weight infant. World Health Organization. 2022. 1–123 p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/363697>

11. Alberton M, Rosa VM, Iser BPM. Prevalence and temporal trend of prematurity in Brazil before and during the COVID-19 pandemic: A historical time series analysis, 2011-2021. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2023;32(2):1–14.
12. Oliveira, J A; Braga, PP; Gomes, IF; Ribeiro SS, Carvalho PCT, Silva AF. Continuidade do cuidado na prematuridade. *Saúde (Santa Maria)*. 2019;45(1):1–11.
13. Fonseca EB, Damião R, Moreira DA. Preterm birth prevention. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2020;69:40–9.
14. Roberts K, Stepanovich G, Bhatt-Mehta V, Donn SM. New pharmacologic approaches to bronchopulmonary dysplasia. *J Exp Pharmacol*. 2021;13:377–96.
15. Higgins RD, Jobe AH, Koso-Thomas M, Bancalari E, Viscardi RM, Hartert T V., et al. Bronchopulmonary Dysplasia: Executive Summary of a Workshop. *Journal of Pediatrics*. 2018;197:300–8.
16. Ehrenkranz RA, Walsh MC, Vohr BR, Jobe AH, Wright LL, Fanaroff AA, et al. Validation of the National Institutes of Health consensus definition of bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics*. 2005;116(6):1353–60.
17. Kalikkot TR, Guaman MC, Shivanna B. Bronchopulmonary dysplasia: A review of pathogenesis and pathophysiology. *Respir Med*. 2017;132: 170–77.
18. Schmidt AR, Ramamoorthy C. Bronchopulmonary dysplasia. *Pediatric Anesthesia*. 2022; 32:174–180.
19. Davidson L, Berkelhamer S. Bronchopulmonary Dysplasia: Chronic Lung Disease of Infancy and Long-Term Pulmonary Outcomes. *J Clin Med*. 2017; 6:1-20.
20. Davidson J, Garcia KMB, Yi LC, Lucia GA, Santos, AMN, Prevalence and factors associated with thoracic alterations in infants born prematurely. *Rev Assoc Med Bras*. 2012;58:679–84 .
21. Pisano F, Mscio G, Colombo R, Pinelli P. Quantitative evaluation of normal muscle tone. *Journal of the Neurological Sciences*. 1996;135:168-172.
22. Tenório RMB. Utilização da eletromiografia de superfície na qualificação do tônus muscular flexor de recém-nascidos a termo e pré-termo. Tese mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
23. Cavalcanti A N F. Avaliação do parâmetro eletromiográfico de frequência mediana do bíceps braquial em recém nascidos pré-termo submetidos à posição canguru. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Fisioterapia. Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, 2013.

24. Ferreira AS, Guimarães FS, Silva JG. Aspectos metodológicos da eletromiografia de superfície: considerações sobre os sinais e processamentos para estudos da função neuromuscular. *Rev Bras Cienc Esporte*, Campinas, 2010;31(2):11-30.
25. Maekawa K, Ochiai Y. Electromyographic studies on flexor hypertonia of the extremities of newborn infants. *Develop Med Child Neurol*.1975; 17:440.
26. Rosa TR, Acompanhamento do tônus da musculatura acessória da inspiração por meio da eletromiografia de superfície em recém-nascidos pré-termo com e sem displasia broncopulmonar: estudo longitudinal. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras [UNOPAR]). Londrina, Pr, Brasil.2018.
27. Miranda RM, Cabral-Filho JE, Diniz KT, Lima GMS, Vasconcelos DA. Atividade eletromiográfica de recém nascidos pré-termo na posição canguru: estudo de coorte. *BMJ Open*. 2014;4 (10).
28. Kraaijenga JV, Hutten GJ, Jongh FH, van Kaam AH. Transcutaneous Electromyography of the Diaphragm: A Cardio-Respiratory Monitor for Preterm Infants. *Pediatric Pulmonology*.2015. 50:889–895.
29. Maia FE da S. A fisioterapia nas unidades de terapia intensiva neonatal. *Rev da Fac Ciências Médicas Sorocaba*. 2016;18,64–5.
30. Stiller K. Chest physiotherapy in intensive care Towards an Evidence-Based Practice. *Chest*. 2000;118:1801–13.
31. Johnston C, Zanetti NM, Andrade LB de, Laine S. I Recomendação brasileira de fisioterapia. 2012;24,119–29.
32. Associação Brasileira de Fisioterapia Neurofuncional - ABRAFIN e Associação Brasileira de Fisioterapia Respiratória, Fisioterapia Cardiovascular e Fisioterapia em Terapia Intensiva – ASSOBRAFIR, 2024. Parecer Técnico-Científico sobre Intervenções Fisioterapêuticas na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal. Disponível em: <https://assobrafir.com.br/>.
33. Nodari T, Martins TB, Coelho F, Sanada LS, Pereira AS, Ribeiro SNS Montemezzo D. Instrumento sobre a prática da fisioterapia na estimulação sensoriomotora neonatal: estudo Delphi. *Fisioter. Mov.*, 2024, v. 37, e37139.0.
34. Shimanuki NJM, Pinheiro IA. Influência da fisioterapia nos sinais vitais de pacientes com displasia broncopulmonar em unidade de terapia intensiva neonatal. 2020; 15 (1):60-71.

35. Blasco AI, Peñalver JP, Fernández-Rego F, Torró-Ferrero G, Pérez-López J. Effects of ChestPhysiotherapy in Preterm Infants with Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review. *Healthcare* 2023; 11, 1091-08.
36. Scalco JC, Honório GJ da S, Roussenq KR, Schivinski C. IS, Rosa GJ da. Rebalancing thoracoabdominal movements in preterms infants: effects on cardiorespiratory parameters, in behavior, in pain and in the respiratory effort. *Acta Fisiátrica*. 2014;20, 118–23.
37. Barbosa L.P.C, Carneiro EM, Weffort V. Impacto Da Hidroterapia Em Recém-Nascidos Hospitalizados; *Fisioterapia Brasil* 16(3): 207-11.
38. Moovenathan A, Nivethitha L. Scientific Evidence-Based Effects of Hydrotherapy on Various Systems of the Body. *North American Journal of Medical Sciences*. 2014; 6; 5; 199-209.
39. Sweeney JK. Neonatal hydrotherapy: an adjunct to developmental intervention in an intensive care nursery setting. *Phys Occup Ther Pediatr*.1983;3; 39–52.
- 40.Souza DM, Yamamoto MEP, Carvalho JA, Rocha VA, Fogaça VD, Rossato LM. Practice of immersion in hot water to relieve pain in neonatology: an integrative review. *Rev Bras Enferm*. 2024;77(1); 1-7.
- 41.Resende SM, Rassi CM. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. *Braz J Phys Ther*. 2008;12(1):57–63.
42. Felcar JM, Probst VS, Escobar V, Soares DS, Camargo MLC. Hidroterapia na displasia broncopulmonar. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; Martins JA, Schivinski CIS, Ribeiro SNS, organizadoras. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Pediátrica e Neonatal: Cardiorrespiratória e Terapia Intensiva: Ciclo 10. Porto Alegre: Artmed Panamericana;2021. p. 9–35. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v. 2).
- 43.Silva HA,Silva KC, Reco MON, Costa AS,Soares-Maragoni DA, Merey LSF.Efeitos fisiológicos da hidroterapia em balde em recém-nascidos prematuros. *Rev Ter Ocup Univ (SP)*. 2017;28: 309–15
44. Gonçalves RL; Carvalho MGS, Sanchez FF, Meneghini MEF, Machado Junior JA, Padilha VA, colaboradores. Hidroterapia com ofurô como modalidade de fisioterapia no contexto hospitalar humanizado em neonatologia. In: Associação brasileira de fisioterapia cardiorrespiratório e fisioterapia em terapia intensiva; Martins JA, Andrade LB, Ribeiro SNS, organizadoras. PROFISIO Programa de atualização em Fisioterapia

Pediátrica e Neonatal: cardiorrespiratória e Terapia Intensiva: Ciclo 6. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2017.p.59-90. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v.1).

45. Karize RMN, Valderramas SR, Israel VL, Yamaguchi B, Andrezza MG. De volta ao meio líquido: efeitos da intervenção de fisioterapia. Rev Bras Cineantropom Hum. 2018;20: 247–57.

APÊNDICES

APÊNDICE 1- Termo de consentimento livre e esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido***“Efeitos da hidroterapia em prematuros com displasia broncopulmonar durante a internação hospitalar: ensaio clínico aleatório”***

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidar seu(sua) filho(a) para participar da pesquisa ***“Efeitos da hidroterapia em prematuros com displasia broncopulmonar durante a internação hospitalar: ensaio clínico aleatório”***, a ser realizada na Unidade Neonatal do Hospital Universitário de Londrina, Londrina-PR. O objetivo da pesquisa é analisar quais os efeitos que a hidroterapia tem sobre a dor, estresse, tônus muscular e necessidade de uso de oxigênio nos bebês com displasia broncopulmonar. A participação do seu filho(a) é muito importante e ela se daria da seguinte forma: os participantes serão aleatorizados em dois grupos: grupo fisioterapia convencional (GF) e grupo fisioterapia convencional e hidroterapia (GH). Todos os participantes serão avaliados diariamente quanto à frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação periférica de oxigênio, dor (por uma escala chamada NIPS), esforço respiratório (por uma tabela chamada Boletim de Silverman Andersen), padrão de sono (por uma escala chamada Brazelton). A cada sete dias, eles serão avaliados também quanto ao estresse (por meio do cortisol salivar, coleta realizada com um pequeno pedaço de algodão na boca do bebê) e tônus muscular (por meio de um aparelho chamado eletromiógrafo, que utiliza os mesmo eletrodos de leitura cardíaca, porém colocados sobre os músculos). Os participantes alocados no GF receberão atendimento da equipe de fisioterapia normalmente, sendo apenas avaliado antes e após a terapia. Já os participantes do GH receberão hidroterapia uma vez ao dia de segunda a sexta-feira durante um período do dia, sendo normalmente atendidos pela equipe de fisioterapia nos outros períodos. A hidroterapia será realizada em um balde de aço inoxidável esterilizado, com água a temperatura entre 37 e 38° Celsius, na altura do ombro do bebê, com duração de 8 a 10 minutos, e será interrompida se houver agitação, cianose, piora do desconforto respiratório ou evacuação importante. Caso o paciente esteja em uso de algum tipo de suporte ventilatório ou oxigenoterapia, o mesmo será mantido durante a hidroterapia.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo o (a) senhor (a): recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa ou ao seu(sua) filho(a). Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade e do seu filho(a).

Como benefícios advindos deste estudo, esperamos contribuir para o conhecimento científico da área, esclarecendo melhor os benefícios da hidroterapia nesta população. Quanto aos riscos, nenhum dos procedimentos apresenta risco direto para a integridade física ou moral dos participantes. Pode ocorrer, talvez, uma pequena irritação na pele no local dos eletrodos. Se isto ocorrer, o bebê receberá assistência imediata da pesquisadora ou de outro profissional, caso seja necessário. Além disso, as todas as avaliações e terapias serão realizadas de forma muito cuidadosa e com cautela, respeitando as limitações de cada bebê.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar (pesquisadora responsável: Vanessa Suziane Probst; endereço: Avenida Robert Koch, 60 - Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar; telefone: (43) 33712477 ou [REDACTED] e-mail: [REDACTED], ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor(a).

Londrina, ____ de _____ de 201__.

Prof. Dra. Vanessa Suziane Probst

RG: _____

_____, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

APÊNDICE 2- Ficha de coleta de dados

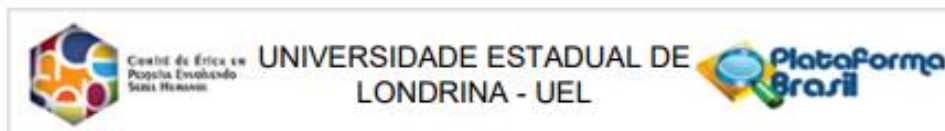
Ficha de Coleta de Dados

EFEITOS DA HIDROTERAPIA EM LACTENTES COM DISPLASIA BRONCOPULMONAR DURANTE A INTERNAÇÃO HOSPITALAR

Nome:	Data de nascimento:
	RGHU:
IG:	Peso ao nascimento:
Apgar:	Gênero:
Tipo de parto: () Tocotraumatismo	() Roprema: _____ () Coriamnionite
Reanimação em Sala de Parto: () EOT () VPP-ambu () VPP-Babypuff () nBIPAP () nCPAP FiO ₂ máx: _____	
Parâmetros da VM no transporte: () VMI () nBIPAP () nCPAP P _{insp} : _____ PEEP: _____ FR: _____ T _{insp} : _____ FiO ₂ : _____ Fluxo: _____	
Intercorrências no transporte até a UTI: () Físio na sala de parto	
Diagnósticos:	
Parâmetros da VM nas primeiras 24h de vida (máx atingida): P _{insp} : _____ PEEP: _____ FR: _____ T _{insp} : _____ FiO ₂ : _____ Fluxo: _____	
Dados da mãe	
Idade:	() Pré-natal
() Corticóide pré- natal	Número de doses: _____
Doenças anteriores a gestação:	Doenças durante a gestação:
Tempo VMI: _____ Tempo de Bipap nasal: _____ Tempo de Cpap nasal: _____ Tempo de O2 suplementar: _____ Tempo em AA: _____	Falhas de Extubações: _____ Extubações acidentais: _____ Trocas de COT: _____
Tempo de Internação: _____	Classificação DBP: _____
Grupo: () GF () GH	OBS:

ANEXOS

ANEXO A



Continuação do Parecer: 2.377.175

- Orçamento foi apresentado corretamente e o financiamento é pelo edital universal do CNPQ.
- TCLE está na forma de convite e destinado aos pais dos RNPM.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências foram atendidas pela pesquisadora. Recomenda-se aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_948154.pdf	24/10/2017 15:04:11		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_alterado.docx	24/10/2017 15:03:25	VICTORIA CRISTINA ESCOBAR	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_alterada.doc	24/10/2017 15:02:51	VICTORIA CRISTINA ESCOBAR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_hidroterapia_RNPT_com_DBP_Victoria_C_Escobar.pdf	04/07/2017 15:26:50	Vanessa Suziane Probst	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 12 de Novembro de 2017

**Assinado por:
Rosana Lopes
(Coordenador)**

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR Município: LONDRINA	
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



The *Canadian Journal of Respiratory Therapy (CJRT)* is a peer-reviewed, open-access journal owned by the Canadian Society of Respiratory Therapists (CSRT). ISSN: 2368-6820 (online).

Manuscripts and materials are received by the CJRT with the understanding that:

- The copyright for all articles published in CJRT is held by the author under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (CC BY-NC). On submission, authors are asked to affirm that they grant the publisher of the CJRT (Canadian Society of Respiratory Therapists) an exclusive license on a worldwide, perpetual, irrevocable, royalty-free basis.
- They have NOT been published or are not under consideration for publication in whole or in any significant part elsewhere, in print or electronic format. If excerpts, tables or figures from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission.
- Publication has been approved by ALL authors, and all persons designated as authors qualify for authorship. Each author has no financial interest in the material or, if so, there is an attached statement noting potential or real conflict of interest. Authors are encouraged to include a CRediT statement.
- The submission includes a statement that an institutional ethics review committee approved the study, with the date of approval; OR a statement verifying that Research Ethics Board approval for the project was formally waived by the institution; OR a statement confirming that ethical approval is not required for the article type, if applicable. See (Does your study require ethics review? *From Newfoundland and Labrador Health Research Ethics Authority* for more information. The CJRT complies with the policies of the International Committee of Medical Journal Editors' Uniform Requirements for Manuscripts on clinical trial registration.
- You have NOT used generative AI or AI-assisted technology to generate content. If tools were used to improve language and readability, authors must include a statement to this effect directly before the references: During the preparation of this work the author(s) used [NAME TOOL / SERVICE] in order to [REASON]. After using this tool/service, the author(s) reviewed and edited

the content as needed and take(s) full responsibility for the content of the publication.

Please contact the Managing Editor with any pre-submission inquiries: editor@csrt.com

Accepted Formats

- Research Papers
- Systematic or Narrative Reviews
- Innovations in Practice
- Clinical Case Studies
- Commentaries
- Letters to the Editor
- Conference Proceedings

For each article type, please submit the following

1. **Conflict of Interest Form**- This ICMJE form must be completed by each author and submitted with the manuscript.
2. **Cover Letter** should include a sentence stating the submission's perceived impact on practice and why it is a good match for the CJRT. Authors are encouraged to include a CRediT statement.
3. **Keywords** - Provide a maximum of 6 keywords (that are not included in the title). The usage of MeSH terms is recommended.
4. **Abstract** - Scroll for specific abstract structure for each article type. Abstracts should not exceed 250 words.
5. **Manuscript (blinded)** - Please add line numbers to your document. Remove all author-identifying information. Scroll for specific word count for each article type.
6. **Figures and Tables** - These should be embedded in the text where you want them to appear. Scroll for allowable amount of Figures/Tables for each article type. Note that any Supplementary files should be included in one document.
7. **References** - These should be included in your manuscript. References must be in AMA style . Limit of 50 references, written justification in cover letter if more are required.
8. **Research Checklist** - Scroll for specific checklists for each article type. See EQUATOR Network for all checklists for all article types.

Each author will be asked to include a persistent digital identifier, an ORCID iD, upon submission.

Research Papers

Research papers report clinical and scientific findings of interest to the respiratory therapy and respiratory care audience and contribute to the international literature in their respective disciplines. As a Canadian journal, we have a particular interest in original research articles that advance the practice, organization, and delivery of respiratory therapy to Canadians, but also encourage articles of broad interest to the international respiratory therapy community. In addition to traditional research study designs, this may include detailed and structured evaluations of new programs or approaches to the delivery of care, evaluations of quality improvement initiatives, and other types of health services research. The CJRT requires the registration of clinical trials in a public registry such as ClinicalTrials.gov. This registration number must be included on the title page and at the end of the abstract for all RCTs. Any deviation from the trial protocol must be explained in the submitted manuscript. Please note that you will be asked to identify whether your paper is qualitative or quantitative (or a combination) upon submission so we can ensure the appropriate peer review experts are assigned. On submission, you will be asked to upload:

- **Structured abstract** - The abstract must be written in a structured format with the following headings: Introduction/Background, Methods, Results, Discussion, Conclusion.
- **Manuscript (blinded)** - Body of text should be between 3,000-5,000 words
- **Checklist** - If you are submitting a paper reporting randomized trials, you will be asked to upload the completed a 25-item CONSORT checklist along with your manuscript submission. If you are submitting a paper reporting observational research, you will be asked to upload the completed STROBE checklist for cohort, case-control, and/or cross-sectional studies. If you are submitting a qualitative paper, you will be asked to upload the completed COREQ checklist
- **Figures and Tables** - Not to exceed 6 total (includes both tables and figures).
- **Manuscript Preparation**
- **Drug Policy:** Use the Recommended International Non-proprietary Name (rINN) for medicinal substances, unless the specific trade name of a drug is directly relevant to the discussion. Generic drug names should appear in lowercase letters in the text. If a specific proprietary drug needs to be identified, the brand name may appear only once in the manuscript in parentheses following the generic name the first time the drug is mentioned in the text. No Trademark or copyright symbol needs to be inserted into the text.
- **Abbreviations:** Please define abbreviations in full at first mention in the manuscript.
- **Body of Manuscript**
- **Introduction:** This section informs readers of the topic being studied, the context and background for the study, and the major research questions and objectives of the study. This section should be kept brief, with further elaboration in the discussion section.

- **Methods:** Be as clear as possible in describing the methods used in the study, avoiding jargon as much as possible, in favour of a more narrative description of the protocol used in the study. The description of research methods used should be sufficiently detailed to allow readers to be able to understand how results were obtained. The statistical analysis, including descriptive and inferential analysis, should be included at the end of this section. If experimental animals are used, provide a statement in the text to indicate that all procedures followed were in accordance with institutional policies. Studies describing research involving humans or animals will not be considered for publication unless the study was approved by the authors' Research Ethics Board (REB) or Institutional Review Board (IRB), and carried out using ethical and appropriate methods. A statement concerning REB approval must be included in the beginning of the Methods section of all research articles, including the name of the approving REB and the date of approval. Any systematic gathering of patient or volunteer data must also be approved by a local REB or adhere to recognized standards in the area, such as for quality improvement initiatives. If in doubt, consult your institution's REB for guidance. If ethics approval was not required, please state this.
- **Results:** The results of your study should be descriptive and should address the research questions and study objectives provided in the introduction. Results of the study should be presented in a logical sequence in text, tables, and illustrations, beginning with the main findings first. Authors should avoid redundant reporting of data in the text that is also reported in a table.
- **Discussion:** Data describe, but research explains. Discuss the significance of the results of your study, but avoid repeating in detail data or other information provided in other sections of the manuscript. It is in the discussion section that authors should offer initial explanations for the results obtained, and compare or contrast these findings with other relevant research in the field. This is also the best venue for discussing the known limitations of the study. Authors should discuss the implications of the findings on clinical practice, and also describe how this study might (or should) influence future research in this area. Be ambitious, but realistic, in the discussion of the implications of the study's results; avoid unqualified statements that are unsupported by the evidence generated by this or other studies. Provide a conclusion that briefly summarizes your findings and any relevant new questions or answers generated by the study. Do not introduce findings or analysis in the Discussion that were not presented in the Results.
- **Conclusion:** Restate your hypothesis or research question; Restate your major findings; Tell the reader what contribution your study has made to the existing literature; Highlight any limitations of your study; State future directions for research/recommendations.
- **Figures and Tables:** *Figures:* Should be self-explanatory and should supplement, not duplicate the text. Each figure must be numbered and cited in consecutive order in the text. In the body text, place a reference to a figure in

parentheses (unless it is part of the sentence). All abbreviations in the figure must be spelled out in the caption, even if they were already spelled out in the article. Order of figure caption: Figure information, superscript explanations, abbreviations, reference information. Permissions: Figures that are reproduced or adapted from another source must acknowledge that source, which is cited as a reference. If permission was not obtained, do not add “with permission”. Ask the author to obtain permission. Use the following, unless the original publisher has requested a specific statement: Figure 1) ... Reproduced/adapted with permission from reference 21. If only the data are taken from another source, but the figure is original, use: Figure 1) ... Data from references 22,24.

Tables:

In the body of the text, place a reference to a table in parentheses (unless it is part of a sentence). Example: They often occurred in conjunction with large calcified masses (Table 1). Table 2 details the demographics of the study participants. All abbreviations that appear in the tables, including table head, table section and table text must be spelled out in the table footnote even if they have already been spelled out in the text of the article. List abbreviations alphabetically, separated by a semicolon. Order of footnotes: Table information; superscript explanations, abbreviations, reference information.

- **Licensing and Copyright:**
- By default, we publish our Open Access articles under a Creative Commons Attribution Non-Commercial (CC BY-NC 4.0). CC BY-NC articles allow the author, and any non-commercial bodies, to reuse the material for non-commercial uses in any other way they choose, subject to being in accordance with the CC-BY-NC licence, without acquiring permission from CJRT. Any reuse must give attribution to the author(s) and the journal. Commercial users or commercial use will require permission from CJRT for any reuse. **For commercial reuse, contact editor@csrt.com.**
- On submission, authors are asked to affirm that they grant the publisher of the CJRT (Canadian Society of Respiratory Therapists) an exclusive license on a worldwide, perpetual, irrevocable, royalty-free basis.
- **Ethical Considerations**
- **CJRT Peer Review:** The Editor-in-Chief evaluates all manuscripts upon submission. Those rejected before being sent to review have serious scientific flaws, or are outside the aims and scope of the journal. Those that meet the minimum criteria are assigned to Associate Editor, who will select two (or more) peer reviewers with expertise in the subject matter. The CJRT uses “double blind” reviewing, where the referees and author remain anonymous throughout the process. When a revision request is sent, authors are asked to submit within 45 days. Manuscripts in revision stage where authors have not been in contact with the editorial office for more than 3 months after this 45 day deadline will be withdrawn. For more information, see our “For Reviewers” page.

- **Policies on Conflicts of Interest:** The potential for conflict of interest exists when an author, the author's institution, reviewer or editor has financial relationships (such as employment, consultancy, stock ownership, honoraria and paid expert testimony) that may inappropriately influence his or her actions. Other forms of conflict of interest include personal, academic and intellectual issues. Any potential conflict of interest should be disclosed in the cover letter. Sources of outside support for research, including funding, equipment, and drugs, must be named in the cover letter. If an author has no conflicts of interest to declare, this must be explicitly stated. Authors should contact the Editorial Office with questions or concerns but should err on the side of inclusion when in doubt. Manuscripts that fail to include the complete statements of all authors upon submission will be returned to the corresponding author and will delay the processing and evaluation of the manuscript. The CJRT adheres to the policy on conflict of interest from the International Committee of Medical Journal Editors. If, in the editor's judgment, the information disclosed by the author represents a potential conflict of interest, it may be made available to reviewers and may be published at the editor's discretion; authors will be informed of the decision before publication. The editor will discuss with the authors on an individual basis the method by which any conflicts of interest will be communicated to readers. Editors and reviewers for the CJRT are responsible for disclosing to the editor-in-chief any personal or financial relationship that may bias their work during the peer review process and recuse themselves when such conflicts are of sufficient.
- **Sex and Gender Equity in Research:** It is recommended that applicants consider accounting for gender as a socio-cultural determinant of health in clinical, health system and population health studies where appropriate. Additionally, it is recommended that researchers consider accounting for sex as a biological variable in basic science, clinical, health system and population health studies where appropriate. See Key Considerations for the appropriate integration of sex and gender in research from the Canadian Institutes of Health Research.
- **Policies on Human and Animal Rights Studies** describing research involving humans or animals will not be considered for publication unless the study was approved by the authors' Research Ethics Board (REB) or Institutional Review Board (IRB), and carried out using ethical and appropriate methods. A statement concerning REB approval must be included in the beginning of the Methods section of all research articles, including the name of the approving REB and the date of approval. Any systematic gathering of patient or volunteer data must also be approved by a local REB or adhere to recognized standards in the area, such as for quality improvement initiatives. If in doubt, consult your institution's REB for guidance.
- **Policies on Informed Consent** The patients' rights to privacy should not be infringed. Identifying information must be deleted from the text, figures and tables, unless it is essential for scientific purposes and the patient gives written informed consent for publication after being shown the manuscript to be

published. Manuscripts containing the results of experimental studies on human participants must disclose, in the first paragraph of the Materials and Methods section, whether informed consent was obtained from patients in the study after the nature of the procedure had been fully explained. For further information on informed consent, see the International Committee of Medical Journal Editors.

- **Quality Improvement and Ethical Considerations** Authors may find the use of the A Project Ethics Community Consensus Initiative (ARECCI) Ethics Screening Tool helpful for the purpose of reviewing ethical considerations in quality improvement (QI) projects. This tool can assist in evaluating projects to ensure that relevant ethical considerations are included in your submitted manuscript and for ensuring that ethical obligations have been met. Note that we may ask for a letter of no objection from the applicable REB in instances where authors decide to use an ARECCI. See the following for further information:
 - To identify and integrate appropriate ethics considerations into your project: ARECCI Ethics Guidelines for Quality Improvement and Evaluation Projects.
 - To determine the level of risk for project participants and appropriate ethics review requirements: ARECCI Ethics Screening Tool.
- **Plagiarism:** This can include several forms:
 - General plagiarism* - the use of others' published and unpublished ideas or words (or other intellectual property) without attribution or permission, and presenting them as new and original rather than derived from an existing source. Plagiarism is scientific misconduct (see Permissions).
 - Self-plagiarism* - this refers to the practice of an author using portions of their previous writings on the same topic in another of their publications, without specifically citing it formally in quotes. This practice is widespread and sometimes unintentional, as there are only so many ways to say the same thing on many occasions, particularly when writing the Methods section of an article. However, it is considered scientific misconduct if not properly attributed, or if large sections are simply copied and pasted.
 - Divided publication/redundant publication* - sometimes called "salami" publication, where papers cover the same population, methods, and question. A distinction needs to be made between salami and redundant publication: where there is a two thirds overlap, it is redundant publication. If the hypotheses were completely separate questions, then it is acceptable for them to be posed in two separate papers. If they are related questions, or very closely related, then they should be published as a single paper. Splitting up papers by outcomes ("salami slicing") is not legitimate.
- **Submission declaration:** Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities

where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

- **After Acceptance**
- **Online proof correction:** Corresponding authors will receive an e-mail with a link to a PDF, allowing annotation and correction of proofs. In addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as the inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.
- **Post-Publication Correction:** Sometimes, after an article has been published, it may be necessary to make a change to the Version of Record (VOR), also known as the final published version. This will only be done after careful consideration by the Managing Editor and Editor-in-Chief to ensure any necessary changes are made in accordance with guidance from the Committee on Publication Ethics (COPE). Any necessary changes will be accompanied with a post-publication notice which will be permanently linked to the original article so that readers will be fully informed of any necessary changes. This can be in the form of a correction notice, an expression of concern, a retraction and, in rare circumstances, a removal. The purpose of this mechanism of making changes which are permanent and transparent is to ensure the integrity of the scholarly record. Authors should notify us as soon as possible if they find errors in their published article, especially errors that could affect the interpretation of data or reliability of information presented. It is the responsibility of the corresponding author to ensure consensus has been reached between all listed co-authors prior to putting forward any requests for corrections or retractions to an article.
- If, after reading the guidance, you believe a correction or retraction is necessary for your article, contact the Managing Editor at editor@csrt.com. A correction notice (Corrigendum) will be issued when it is necessary to correct an error or omission which can impact the interpretation of the article but where the scholarly integrity of the article remains intact. Examples include mislabeling of a figure, missing key information on funding or competing interests of the authors.
- **Retraction policy (Scientific misconduct) or Author Disputes:** All allegations of misconduct will be referred to the Editor-in-Chief, who will review the circumstances in consultation with the Deputy Editor. All such allegations

will be kept confidential; the number of inquiries and those involved will be kept to the minimum necessary to achieve this end. Initial fact-finding will usually include a request to all the involved parties to state their case, and explain the circumstances, in writing. In questions of research misconduct centering on methods or technical issues, the Editor-In-Chief may confidentially consult experts who are blinded to the identity of the individuals, or if the allegation is against an editor, an outside editor expert. The Editor-In-Chief and Deputy Editor will arrive at a conclusion as to whether there is enough evidence to lead a reasonable person to believe there is a possibility of misconduct. Their goal is not to determine if actual misconduct occurred, or the precise details of that misconduct. When allegations concern authors, the peer review and publication process for the manuscript in question will be halted while the process above is carried out. The investigation described above will be completed even if the authors withdraw their paper, and the responses below will still be considered. In the case of allegations against reviewers or editors, they will be replaced in the review process while the matter is investigated. The CJRT will deal with any further action (such as notifying the author's institution) on a case-by-case basis. The most common forms of scientific misconduct can be found on the ORI publication *Analysis of Institutional Policies for Responding to Allegations of Scientific Misconduct*.

- If you believe that your article has been rejected unfairly please submit an appeal letter to editor@csrt.com. Do not try to submit a revised version of your article at this stage. Appeals must be submitted within 7 days of the rejection decision. Appeals will only be considered if all specific points of the reviewers' and editors' comments are addressed in the rebuttal letter, and decisions will only be reversed if the editors are convinced that the decision was a serious mistake, or if the reviewers made errors of fact or showed evidence of bias. Appeals against editorial fit or the journal not being the right journal for the article are unlikely to be considered. If it is thought that the appeal is warranted, the article, reviewers' comments, and author's response will be reviewed internally by the editorial team. The editor will decide whether to invite a resubmission, send it to another external reviewer, or uphold the original decision. In all cases, the editor's decision is final.

ANEXO C - Normas de formatação do periódico: Revista Paulista de Pediatria

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Tipos de documentos aceitos

TIPOS DE ARTIGOS PUBLICADOS

Artigos originais: incluem principalmente estudos epidemiológicos e clínicos. Estudos experimentais podem ser aceitos, mas não são o foco principal da Revista.

Relatos de casos: incluem artigos que descrevem casos de pacientes portadores de doenças raras ou intervenções pouco frequentes ou inovadoras.

Artigos de revisão: análises críticas ou sistemáticas da literatura a respeito de um tema selecionado enviados de forma espontânea pelos autores. A Revista prioriza as revisões sistemáticas, só aceitando outros tipos de revisão diante de temas inovadores.

Editoriais: encomendados pelos editores para discutir um tema ou algum artigo original controverso e/ou interessante e/ou de tema relevante, a ser publicado na Revista.

Contribuição dos Autores

Todos os artigos devem descrever a contribuição dos autores na folha de rosto utilizando a seguinte nomenclatura:

- Study design;
- Data collection;
- Data analysis;
- Manuscript writing;
- Manuscript revision;
- Study supervision.

Todos os autores devem ter participação significativa na elaboração do artigo e esses dados são reportados no artigo publicado. Para mais esclarecimentos recomendamos ver em Taxonomia CRediT.

Forma e preparação de manuscritos

Formato de envio dos artigos

Formato de envio dos artigos

ATENÇÃO:

Deve ser feito o upload no sistema de cada um dos itens abaixo em separado:

- 1) Carta de submissão;
- 2) Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição;
- 3) Autorização de Direitos Autorais;
- 4) Formulário de Conformidade com a Ciência Aberta;
- 5) Folha de rosto;
- 6) Documento principal com o resumo, palavras-chave, texto, referências bibliográficas, tabelas, figuras e gráficos – **Não colocar os nomes dos autores neste arquivo**;
- 7) Arquivos complementares, quando pertinente.

O conteúdo completo do artigo original deve obedecer aos “Requisitos Uniformes para Originais Submetidos a Revistas Biomédicas”, publicado pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas. Cada uma das seguintes seções deve ser iniciada em uma nova página: resumo e palavras-chave, em inglês e português; texto e referências bibliográficas. As tabelas e figuras devem ser numeradas em algarismos arábicos e colocadas ao final do texto. Cada tabela e/ou figura deve conter título e notas de rodapé.

FOLHA DE ROSTO

Formatar com os seguintes itens:

- Título do artigo, em inglês e português, (evitar abreviaturas): no máximo 20 palavras; seguido do título resumido (no máximo 60 caracteres incluindo espaços).
- Nome COMPLETO de cada um dos autores, número do [ORCID](#) (essa informação é obrigatória — a falta da mesma impossibilitará a publicação do artigo), acompanhado do nome da instituição de vínculo empregatício ou acadêmico ao qual pertence (devendo ser apenas um), cidade, estado e país. Os nomes das instituições e programas deverão ser apresentados, preferencialmente, por extenso e na língua original da instituição; ou em inglês quando a escrita não é latina (Por exemplo: Grego, Mandarim, Japonês...).
- Autor correspondente: definir o autor correspondente e colocar endereço completo (endereço com CEP, telefone, fax e, obrigatoriamente, endereço eletrônico).
- Ensaio clínico: O número de Registro Brasileiro de Ensaio Clínico (ReBEC) deve constar entre parênteses: “(O número de registro do caso clínico é: -site)”.

- Declaração de conflito de interesse: descrever qualquer ligação de qualquer um dos autores com empresas e companhias que possam ter qualquer interesse na divulgação do manuscrito submetido à publicação. Se não houver nenhum conflito de interesse, escrever “The authors declare that there is no conflict of interests”.
- Fonte financiadora do projeto: descrever se o trabalho recebeu apoio financeiro, qual a fonte (por extenso), o país, e o número do processo. Não repetir o apoio nos agradecimentos. Se não houver fonte financiadora, escrever “The study did not receive any funding”.
- Número total de palavras: no texto (excluir resumo, abstract, agradecimento, referências, tabelas, gráficos e figuras) e no resumo. Colocar também o número total de tabelas, gráficos e figuras e o número de referências.
- Contribuição dos autores: colocar a contribuição de cada autor utilizando os descritores: study design; data collection; data analysis; manuscript writing; manuscript revision; study supervision.
- Declaração: somente em artigos originais. Declarar que “o banco de dados que deu origem ao artigo está disponível em repositório aberto (colocar o nome do repositório) ou a pedido, com autor correspondente”.
- Número do CAAE, conforme disposto na aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

RESUMO

Deve estar em inglês e português, com o máximo de 250 palavras. Não usar abreviaturas. Deve ser estruturado de acordo com as seguintes orientações:

- Resumo de artigo original: deve conter as seções: Abstract: Objective, Methods, Results and Conclusions. (Resumo: Objetivo, Métodos, Resultados e Conclusões).
- Resumo de artigos de revisão: deve conter as seções: Abstract: Objective, Data source, Data synthesis and Conclusions. (Resumo: Objetivo, Fontes de dados, Síntese dos dados e Conclusões).
- Resumo de relato de casos: deve conter as seções: Abstract: Objective, Case description and Comments. (Resumo: Objetivo, Descrição do caso e Comentários).

Para o abstract, é importante obedecer às regras gramaticais da língua inglesa.

PALAVRAS-CHAVE

Devem estar em inglês e português. Fornecer, abaixo do resumo, 3 a 6 descritores, que auxiliarão a inclusão adequada do resumo nos bancos de dados bibliográficos. Empregar exclusivamente descritores da lista de “Descritores em Ciências da Saúde” elaborada pela BIREME e disponível no site <https://decs.bvs.br/>. Esta lista mostra os termos correspondentes em português e inglês.

TEXTO

É importante obedecer às regras gramaticais e à fluência da língua inglesa.

- **Artigo original:** dividido em Introduction (sucinta com 4-6 parágrafos, com 1 parágrafo introduzindo o tema, 1-2 parágrafos a respeito do que se sabe sobre o tema, 1 parágrafo sobre o que não se sabe e, a seguir, colocar o objetivo do estudo); Method (especificar o delineamento do estudo, descrever a população estudada e os métodos de seleção, definir os procedimentos empregados, detalhar o método estatístico. É obrigatória a declaração da aprovação dos procedimentos pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição); Results (claros e objetivos — o autor não deve repetir as informações contidas em tabelas e gráficos no corpo do texto); Discussion (interpretar os resultados e comparar com os dados de literatura, enfatizando os aspectos importantes do estudo e suas implicações, bem como as suas limitações — finalizar essa seção com as conclusões pertinentes aos objetivos do estudo).
- **Artigos de revisão:** não obedecem a um esquema rígido de seções, mas sugere-se que tenham uma introdução para enfatizar a importância do tema, a revisão propriamente dita, seguida por comentários e, quando pertinente, por recomendações.
- **Relatos de casos:** divididos em Introduction (sucinta com 3 a 5 parágrafos, para ressaltar o que é conhecido e o que falta conhecer sobre a doença ou o procedimento em questão); Case report propriamente dito (não colocar dados que possam identificar o paciente) e Discussion (na qual é feita a comparação com outros casos da literatura e a perspectiva inovadora ou relevante do caso em questão).

NORMAS GERAIS

As submissões devem ser feitas somente em inglês. O artigo deverá ser digitado em formato A4 (210x297mm), com margem de 25mm em todas as margens, espaço duplo em todas as seções. Empregar fonte Times New Roman tamanho 11, páginas

numeradas no canto superior direito e processador de textos Microsoft Word®. Os manuscritos deverão conter, no máximo:

- **Artigos originais:** 3000 palavras (sem incluir: resumo em inglês e português, tabelas, gráficos, figuras e referências bibliográficas) e até 30 referências.
- **Revisões:** 3500 palavras (sem incluir: resumo em inglês e português, tabelas, gráficos, figuras e referências bibliográficas) e até 55 referências.
- **Relatos de casos:** 2000 palavras (sem incluir: resumo em inglês e português, tabelas, gráficos, figuras e referências bibliográficas) e até 25 referências.

É obrigatório o envio de carta de submissão **assinada por todos os autores**. Nessa carta, os autores devem referir que o artigo é original, nunca foi publicado e não foi ou não será enviado a outra revista enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela **RPPed**. Além disto, deve ser declarado na carta qual foi o papel de cada autor na elaboração do estudo e do artigo e que todos concordam com a versão enviada para a publicação. A carta deve também citar que não foram omitidas informações a respeito de financiamentos para a pesquisa ou de ligação com pessoas ou companhias que possam ter interesse nos dados abordados pelo artigo ou caso. Finalmente, deve conter a indicação de que os autores são responsáveis pelo conteúdo do manuscrito.

Autorização de direitos autorais: ao submeter o manuscrito para o processo de avaliação da **RPPed**, todos os autores devem assinar o formulário disponível no site de submissão, no qual os autores reconhecem que, a partir do momento da aceitação do artigo para publicação, o autor mantém o direito autoral sob o artigo publicado e a Associação de Pediatria de São Paulo detém o direito de primeira publicação.

Todos os documentos obrigatórios estão disponíveis em: <https://www.spsp.org.br/publicacoes/revista/>

Ativos Digitais

É permitido no máximo 4 tabelas e 2 ilustrações (entre figuras e gráficos) por artigo. Devem ser submetidas no mesmo arquivo do artigo, sendo colocadas no final, depois das referências bibliográficas. Em caso de aprovação, serão solicitadas figuras e gráficos com melhor resolução.

Tabelas

As tabelas devem ser digitadas com fonte mínima 11. Para evitar o uso de tabelas na horizontal, a **RPPed** recomenda que os autores usem no máximo 100 caracteres em

cada linha de tabela. É permitido até 4 tabelas por artigo, sendo respeitado o limite de uma lauda para cada uma. As explicações devem estar no rodapé da tabela e não no título. Não usar qualquer espaço do lado do símbolo \pm . Digitar as tabelas no processador de textos Word, usando linhas e colunas — não separar colunas como marcas de tabulação. Não importar tabelas do Excel ou do Powerpoint. **Numerais nas tabelas:** quando os números forem inteiros, usar, no máximo, uma casa decimal. Para números decimais — de preferência — duas casas decimais. No p-valor, usar 3 casas decimais. Para reportar odds ratio ou risco relativo e intervalos de confiança, usar 2 casas decimais.

Gráficos

Numerar os gráficos de acordo com a ordem de aparecimento no texto e colocar um título abaixo do mesmo. Os gráficos devem ter duas dimensões, em branco/preto (não usar cores) e feitos em PowerPoint. Mandar em arquivo .ppt separado do texto: não importar os gráficos para o texto. A **RPPed** não aceita gráficos digitalizados.

Figuras

As figuras devem ser numeradas na ordem de aparecimento do texto. As explicações devem constar na legenda. Figuras reproduzidas de outras fontes devem indicar esta condição na legenda e devem ter a permissão por escrita da fonte para sua reprodução. A obtenção da permissão para reprodução das imagens é de inteira responsabilidade do autor. Para fotos de pacientes, estas não devem permitir a identificação do indivíduo — caso exista a possibilidade de identificação, é obrigatória a carta de consentimento assinada pelo indivíduo fotografado ou por seu responsável, liberando a divulgação do material. Imagens geradas em computador devem ser anexadas nos formatos .jpg, .gif ou .tif, com resolução mínima de 300 dpi. A **RPPed** não aceita figuras digitalizadas.

Citações e Referências

REFERÊNCIAS

A **RPPed** usa as referências no formato Vancouver. Abaixo detalhes de como citar as referências.

- No corpo do texto: Devem ser numeradas e ordenadas em ordem crescente seguindo a ordem de aparecimento no texto. As referências no corpo do texto devem ser identificadas por algarismos arábicos sobrescritos, sem parênteses e após a pontuação.

- No final do texto (lista de referências): Devem seguir o estilo preconizado no “International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements”

1. Preprints: se o manuscrito foi publicado em um repositório de preprint deve ser citado nas referências

Li X, Lidsky P, Xiao Y, Wu CT, Garcia-Knight M, Yang J, et al. Ethacridine inhibits SARS-CoV-2 by inactivating viral particles in cellular models. *BioRxiv* [Preprint]. 2020 Nov 2:2020.10.28.359042. doi: 10.1101/2020.10.28.359042.

2. Artigos em periódicos

Até 6 autores: listar todos os autores:

Jih WK, Lett SM, des Vignes FN, Garrison KM, Sipe PL, Marchant CD. The increasing incidence of pertussis in Massachusetts adolescents and adults, 1989-1998. *Infect Dis.* 2000;182:1409-16.

Mais do que 6 autores:

Rose ME, Huerbin MB, Melick J, Marion DW, Palmer AM, Schiding JK, et al. Regulation of interstitial excitatory amino acid concentrations after cortical contusion injury. *Brain Res.* 2002;935:40-6.

Grupos de pesquisa:

a. Sem autor definido: Diabetes Prevention Program Research Group. Hypertension, insulin, and proinsulin in participants with impaired glucose tolerance. *Hypertension.* 2002;40:679-86.

b. Com autor definido: Vallancien G, Emberton M, Harving N, van Moorselaar RJ; Alf-One Study Group. Sexual dysfunction in 1,274 European men suffering from lower urinary tract symptoms. *J Urol.* 2003;169:2257-61.

c. Sem autores: No-referred authorship. 21st century heart solution may have a sting in the tail. *BMJ.* 2002;325:184.

Volume com suplemento:

Geraud G, Spierings EL, Keywood C. Tolerability and safety of frovatriptan with short- and long-term use for treatment of migraine and in comparison with sumatriptan. *Headache.* 2002;42 Suppl2:S93-9.

Artigo publicado eletronicamente, antes da versão impressa:

Yu WM, Hawley TS, Hawley RG, Qu CK. Immortalization of yolk sac-derived precursor cells. *Blood*; Epub 2002 Jul 5.

Artigos aceitos para a publicação ainda no prelo:

Tian D, Araki H, Stahl E, Bergelson J, Kreitman M. Signature of balancing selection in Arabidopsis. Proc Natl Acad Sci USA. In press 2002.

3. Livros e outras monografias - Livros:

Gilstrap LC 3rd, Cunningham FG, Van Dorsten JP. Operative obstetrics. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2002.

Obs: se for 1a edição, não é necessário citar a edição.

4. Capítulos de livros:

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. The genetic basis of human cancer. 2nd ed. New York: McGrawHill; 2002. p. 93-113.

Obs: se for a 1a edição, não é necessário citar a edição.

5. Conferência publicada em anais de Congressos:

Christensen S, Oppacher F. An analysis of Koza's computational effort statistic for genetic programming. Proceedings of the 5th European Conference on Genetic Programming; 2002 Apr 3-5; Kinsdale, Irlanda. p. 182-91.

6. Resumos publicados em anais de Congressos:

Blank D, Grassi PR, Schlindwein RS, Melo JL, Eckhert GE. The growing threat of injury and violence against youths in southern Brazil: a ten year analysis. Abstracts of the Second World Conference on Injury Control; 1993 May 20-23; Atlanta, USA. p. 137-8.

7. Teses de mestrado ou doutorado:

Afiune JY. Avaliação ecocardiográfica evolutiva de recém-nascidos pré-termo, do nascimento até o termo [master's thesis]. São Paulo (SP): USP; 2000.

8. Outros materiais publicados:

Artigos em jornais, boletins e outros meios de divulgação escrita: Tynan T. Medical improvements lower homicide rate: study sees drop in assault rate. The Washington Post. 2002 Aug 12. p.1.

9. Leis, portarias e recomendações:

Brazil - Ministério da Saúde. Recursos humanos e material mínimo para assistência ao RN na sala de parto. Portaria SAS/MS 96, 1994. Institui diretrizes para a organização da atenção integral e humanizada ao recém-nascido (RN) no Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília (DF): Diário Oficial da União, 1994.

Obs: se o material for disponível na internet, colocar Available from: <http://www....>

10. Material eletrônico - Artigo de periódico eletrônico:

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. Am J Nurs [serial on the Internet]. 2002;102 [cited 2002 Aug 12]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>

11. Monografia na internet ou livro eletrônico:

Foley KM, Gelband H. Improving palliative care for cancer [homepage on the Internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>

12. Homepage/website:

Cancer-Pain.org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.

13. Parte de uma homepage ou de um site:

American Medical Association [homepage on the Internet]. AMA Office of Group Practice Liaison [cited 2002 Aug 12]. Available from: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/1736.html>

Obs: Comunicações pessoais não devem ser citadas como referências.

Documentos Suplementares

Os documentos suplementares devem ser enviados separadamente ao arquivo do manuscrito. A **RPPed** não publica documentos suplementares. Estes devem ser colocados à disposição dos leitores pelo autor correspondente.

Documentos suplementares obrigatórios devem ser colocados de acordo com os modelos disponíveis:

- Formulário de Conformidade com a Ciência Aberta
- Folha de Rosto
- Carta de Submissão
- Autorização de Direitos Autorais

Declaração de Financiamento

Descrever se o trabalho recebeu apoio financeiro, qual a fonte (por extenso), o país, e o número do processo. Não repetir o apoio nos agradecimentos.

Todos os patrocinadores devem ser citados, se houve aporte financeiro ou de outra natureza. Essas informações devem constar na Folha de rosto.

Informações Adicionais

O conteúdo completo do artigo original deve obedecer aos

“Requisitos Uniformes para Originais Submetidos a Revistas Biomédicas”, publicado pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas.

Contato

Sociedade de Pediatria de São Paulo
R. Maria Figueiredo, 595 – 10° andar, CEP: 04002-003
São Paulo - SP - Brasil
Tel./Fax: (55 11) 3284-0308; 3289-9809; 3284-0051
E-mail: rpp@spsp.org.br

ANEXO D: Lista de verificação CONSORT 2010


CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*

Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract			
	1a	Identification as a randomised trial in the title	01
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)	01
Introduction			
Background and objectives			
	2a	Scientific background and explanation of rationale	02,03
	2b	Specific objectives or hypotheses	02,03
Methods			
Trial design			
	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	04
	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	06
Participants			
	4a	Eligibility criteria for participants	04
	4b	Settings and locations where the data were collected	04
Interventions			
	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	05,06
Outcomes			
	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	07-12
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	not applicable
Sample size			
	7a	How sample size was determined	04
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	05
Randomisation:			
Sequence generation			
	8a	Method used to generate the random allocation sequence	04, 05
	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)	04
Allocation concealment mechanism			
	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	04,05
Implementation			
	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	04,05
Blinding			
	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those	04-06

		assessing outcomes) and how	
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	05
Statistical methods	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	06, 07
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	06
Results			
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	07, figure 01
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	07
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	04
	14b	Why the trial ended or was stopped	not applicable
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	08, Table 01
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	07, Figure 01
Outcomes and estimation	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	04
	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	not applicable
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	07-14 Tables: 1,2,3,4
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	not applicable
Discussion			
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	19
Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	16-19
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	16-19
Other information			
Registration	23	Registration number and name of trial registry	04
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	not applicable
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	not applicable

*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming: for those and for up to date references relevant to this checklist, see www.consort-statement.org.