



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JULIANA FONSECA MICHELETI

**EFETIVIDADE DA INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA
PRÉ-OPERATÓRIA NA INCIDÊNCIA DE COMPLICAÇÕES
PULMONARES APÓS CIRURGIAS CARDÍACAS EM
CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN**

Londrina
2022

JULIANA FONSECA MICHELETI

**EFETIVIDADE DA INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA
PRÉ-OPERATÓRIA NA INCIDÊNCIA DE COMPLICAÇÕES
PULMONARES APÓS CIRURGIAS CARDÍACAS EM
CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN**

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

Orientadora: Prof^a Dr^a Josiane Marques Felcar Piaie de Oliveira

Londrina
2022

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

M623e Micheleti, Juliana Fonseca.

Efetividade da intervenção fisioterapêutica pré-operatória na incidência de complicações pulmonares após cirurgias cardíacas em crianças com Síndrome de Down. / Juliana Fonseca Micheleti. - Londrina, 2022.
94 f. : il.

Orientador: Josiane Marques Felcar.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2022.

Inclui bibliografia.

1. Serviço hospitalar de Fisioterapia - Tese. 2. Cardiopatias Congênitas - Tese. 3. Procedimentos cirúrgicos - Tese. 4. Síndrome de Down - Tese. I. Felcar, Josiane Marques. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Título.

CDU 61

JULIANA FONSECA MICHELETI

**EFETIVIDADE DA INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA
PRÉ-OPERATÓRIA NA INCIDÊNCIA DE COMPLICAÇÕES
PULMONARES APÓS CIRURGIAS CARDÍACAS EM
CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN**

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

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Josiane Marques Felcar Piaie de
Oliveira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profª Drª Vanessa Suziane Probst
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Daniel Lago Borges
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Londrina, 10 de fevereiro de 2022.

Dedico este trabalho à minha família, em especial ao meu pai e minha falecida mãe. Pessoas responsáveis por quem sou hoje, que me ensinaram a importância dos estudos, do respeito e do amor ao próximo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Deus, por ser meu guia e minha força. Por ter me mostrado a luz em vários momentos em que só havia escuridão. Por Ele ter me conduzido até aqui, mesmo com muitos obstáculos. Sem Ele nada seria capaz.

Agradeço imensamente ao meu pai, Nedson, que nunca mediu esforços para me ajudar a realizar meus sonhos, sempre me incentivou a estudar e a seguir meu coração, que me educou com muito amor e carinho. Ao meu irmão Rafael, que mesmo de longe se faz presente, que sempre me apoiou e me aconselhou em qualquer decisão importante da minha vida. Agradeço à minha mãe (*in memorian*) pessoa que me deu a vida, que me ensinou a ser uma mulher forte e batalhadora, minha inspiração para ser uma pessoa melhor a cada dia.

Agradeço ao meu namorado, Alexandre, que desde 2016 tem sido um companheiro de vida incrível, que me apoia e me incentiva em todas as minhas decisões de vida pessoal e profissional. Eu amo dividir a vida com você, obrigada por sempre me ouvir, me aconselhar, me amar e por fazer os meus dias ficarem mais leves e divertidos ao seu lado.

Agradeço a minha orientadora Josiane Felcar, que mesmo em um tempo tão curto me acolheu, acreditou em mim e fez com que eu acreditasse novamente em mim mesma. Que me apoiou e orientou com muita paciência e me ajudou a terminar de realizar esse sonho. Obrigada Professora, você é incrível.

Agradeço a professora Suhaila, que me deu forças e incentivo para não desistir dessa caminhada. Que me apoiou muito e me fez perceber que eu não estava sozinha, que enxergou em mim algo que muitos não enxergavam.

Gostaria de agradecer as pessoas que me deram oportunidade de entrar no mestrado. A mudança de trajetória foi dura, porém necessária e, apesar de tudo, eu aprendi muito com todos que passaram por mim durante esses anos. Em especial à minha amiga Thamyres, que foi uma pessoa muito importante durante meus anos de mestrado. Uma amiga que sempre esteve ao meu lado nos dias bons e ruins, me ouvindo e me aconselhando.

**“Aqueles que passam por nós não vão sós;
não nos deixam sós. Deixam um pouco de
si; levam um pouco de nós.”**

(Antoine de Saint-Exupéry)

MICHELETI, Juliana Fonseca. **Efetividade da intervenção fisioterapêutica pré-operatória na incidência de complicações pulmonares após cirurgias cardíacas em crianças com síndrome de down.** 2022. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

RESUMO

Introdução: Muitas crianças com Síndrome de Down (SD) apresentam cardiopatias congênitas (CCs) que necessitam de tratamento cirúrgico e as complicações pulmonares (CP) são comuns no pós-operatório. Fatores como tempo de ventilação mecânica e tempo de internação em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) aumentam a chance de CP. Além disso, pacientes com SD apresentam predisposição que aumenta o risco de CP como a disfunção imune, hipotonia, hipoplasia pulmonar, dentre outros. A intervenção fisioterapêutica (IF) no pós-operatório de cirurgia cardíaca reduz o risco de CP, utilizando técnicas de reexpansão pulmonar, terapia de remoção de secreção e extubação precoce. Entretanto, são escassos dados sobre a IF no pré-operatório nestes pacientes. **Objetivo:** Avaliar a efetividade da IF pré-operatória associada à pós-operatória na incidência de CP pós-operatórias em cirurgia cardíaca de crianças com SD. **Métodos:** Ensaio clínico aleatório incluindo crianças com SD com idade entre 0 e 6 anos que realizaram cirurgia cardíaca para correção de CCs. Os pacientes foram aleatorizados em dois grupos: IF pré-operatória associada à pós-operatória (G1) e somente IF pós-operatória (G2). O diagnóstico de CP foi feito por médicos, utilizando-se critérios radiológico e clínico, de acordo com Centers for Disease Control and Prevention. Foram utilizados os testes de Mann-Whitney e Qui-quadrado para comparação das variáveis entre os grupos. Foram calculados o risco absoluto e o número necessário para tratar. A significância estatística foi estipulada em 5%. **Resultados:** Foram analisados 80 pacientes, 39 do G1 (15 [38%] masculino, idade 5[3-14] meses) e 41 no G2 (28 [68%] masculino, idade 7[4-18] meses). Os pacientes do G1 apresentaram menos CP quando comparados ao G2 ($P=0,04$). Além disso, os pacientes do G1 permaneceram menos tempo em UTI ($P=0,03$). A redução do risco absoluto para CP foi 23% com IC 95% [1,58;41,64], ou seja, pacientes do G1 tiveram 23% menos chance de desenvolver CP do que pacientes do G2. O NNT foi 4,4, IC 95% [2;6,3]. **Conclusão:** A IF pré-operatória nos pacientes com SD diminuiu a frequência e o risco de complicações no pós-operatório de cirurgias cardíacas, bem como o tempo de internação em UTI.

Palavras-chave: pediatria; cardiopatias congênitas; procedimentos cirúrgicos cardíacos; síndrome de down; serviço hospitalar de fisioterapia.

MICHELETI, Juliana Fonseca. **Effectiveness of preoperative physiotherapy intervention in the incidence of pulmonary complications after heart surgery in children with down syndrome.** 94 p. Dissertation (Masters' Degree in Rehabilitation Sciences) - State University of Londrina, Londrina, 2022.

ABSTRACT

Introduction: Many children with Down syndrome are common (CCs) that are designed for treatment and as postoperative complications. Factors such as duration of mechanical ventilation and length of stay in the Intensive Care Unit (ICU) increase the chance of CP. In addition, patients with DS have a predisposition that increases the risk of CP such as immune dysfunction, hypotonia, pulmonary hypoplasia, among others. Cardiac surgery physical therapy (FI) intervention reduces the risk of CP, using lung re-expansion techniques, post-removal therapy, and early extubation. However, there are few patients data on preoperative IF in these patients. **Objective:** To evaluate children with preoperative IF DS associated with postoperative PC failure in cardiac surgery with cardiac surgery. **Methods:** Study randomized including children with DS aged 0 to 6 years: Heart assay for CC correction. Patients were randomized into two groups: preoperative IF associated with postoperative IF (G1) and postoperative IF only (G2). The diagnosis of CP was made by physicians using radiological and clinical criteria according to the Centers for Disease Control and Prevention. Mann-Whitney and Chi-square tests were used to compare variables between groups. The absolute risk and the number needed to treat were calculated. Statistical significance was set at 5%. **Results:** Eighty patients were analyzed, 39 from G1 (15 [38%] male, age 5[3-14] months) and 41 from G2 (28 [68%] male, aged 7[4-18]). Patients in G1 had less PC when compared to G2 ($P=0.04$). In addition, G1 patients spend less time in the ICU ($P=0.03$). The absolute risk reduction for a PC was 23.01% with a 95% CI [1.58-41.64], that is, patients in G1 were 23% less likely to develop PCs than patients in G2. The NNT was 4.4, 95% CI [2.0-6.3]. **Conclusion:** Preoperative IF in patients with DS decreased the frequency and risk of complications in the postoperative period of cardiac surgery, as well as the length of stay in the ICU.

Key words: pediatrics; heart defects; congenital; down syndrome; cardiac surgical procedures; physical therapy department; hospital.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	–	Cirulação Fetal e Neonatal.....	16
Figura 2	–	Tipos de Comunicação Interatrial (CIA)	18
Figura 3	–	Tipos de Comunicação Interventricular (CIV).....	18
Figura 4	–	Defeito do Septo Atrioventricular parcial e total (DSAV)	19
Figura 5	–	Persistência do Canal Arterial (PCA)	19
Figura 6	–	Coarctação da Aorta (CoAo).....	20
Figura 7	–	Estenose Pulmonar (EP).....	20
Figura 8	–	Tetralogia de Fallot (TF).....	21
Figura 9	–	Transposição das Grandes Artérias (TGA)	21
Figura 10	–	Atresia Tricúspide (AT).....	22
 ARTIGO			
Figure 1	–	Algorithm of patients' progression in the clinial trial.....	48

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

Table 1 –	General Characteristics of patients and intergroup comparison.....	49
Table 2 –	Hospital and surgical information	50
Table 3 –	Comparison between groups and pulmonary complications	51
Table 4 –	Comparison between groups and others complications.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFE	Aumento do Fluxo Expiratório
AT	Atresia Tricúspide
CC	Cardiopatía Congênita
CCs	Cardiopatías Congênitas
CEC	Circulação extracorpórea
CIA	Comunicação Interatrial
CIV	Comunicação Interventricular
CoAo	Coarctação da Aorta
DSAV	Defeito do Septo Atrioventricular
EA	Estenose Aórtica
EP	Estenose Pulmonar
ICC	Insuficiência Cardíaca Congestiva
IFN	Interferon
IF	Intervenção Fisioterapêutica
PAV	Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica
PCA	Persistência do Canal Arterial
SD	Síndrome de Down
TGA	Transposição das Grandes Artérias
TF	Tetralogia de Fallot
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VMI	Ventilação Mecânica Invasiva
VNI	Ventilação Não-Invasiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA - CONTEXTUALIZAÇÃO	15
2.1	CIRCULAÇÃO FETAL E NEONATAL	15
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS	16
2.2.1	Cardiopatias Não Cianóticas	18
2.2.2	Cardiopatias Cianóticas	21
2.3	SINAIS E SINTOMAS NAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS	22
2.4	SÍNDROME DE DOWN	24
2.4.1	Cardiopatias Congênitas na Síndrome de Down	26
2.5	TRATAMENTO DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS	26
2.5.1	Tratamento Cirúrgico de Cardiopatias Congênitas na Síndrome de Down	27
2.5.2	Alterações Respiratórias Devido à Cirurgia Cardíaca	28
2.6	HISTÓRIA DA INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NAS COMPLICAÇÕES PULMONARES NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS ABDOMINAIS E CARDÍACAS.	31
2.6.1	Intervenção Fisioterapêutica no Paciente com Síndrome de Down	35
3	OBJETIVO	37
3.1	OBJETIVO GERAL	37
3.1.1	Objetivos Específicos	37
3.2	HIPÓTESE NULA	37
4	ARTIGO	37
	CONCLUSÃO GERAL	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICES	75
	APÊNDICE A – Protocolo de investigação – Grupo G1	76

APÊNDICE B – Protocolo de investigação – Grupo G2	77
APÊNDICE C – Termo de consentimento Livre e esclarecido	78
ANEXOS	79
ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética ISCAL	80
ANEXO B – Aprovação do Comitê de Ética UEL	81
ANEXO C – Normas para submissão no periódico <i>Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and prevention</i>	82

INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas (CCs) representam o segundo grupo de anomalias desenvolvidas na gestação mais prevalentes no Brasil. Afetam de 9 a 10 crianças a cada 1.000 nascidos vivos, ou seja, aproximadamente, um caso em 100 nascimentos¹. Representam a segunda principal causa de mortalidade em crianças menores de um ano^{1,2}. É definida como uma anormalidade estrutural macroscópica do coração ou dos grandes vasos intratorácicos, com repercussões funcionais significantes ou potencialmente significantes³. As CCs podem ser classificadas quanto a presença ou não de cianose⁴, ao fluxo pulmonar (hiperfluxo, hipofluxo ou normofluxo)⁵ e a complexidade (simples ou complexa)^{6,7}.

A etiologia das CCs ainda é pouco compreendida⁸. Entre as causas conhecidas surgem por meio de combinações de fatores ambientais, genéticos e alterações cromossômicas^{9,10}, sendo a Síndrome de Down (SD) a anomalia cromossômica mais comum observada em pacientes com cardiopatia congênita (CC). Cerca de 40% a 50% dos pacientes com SD têm alguma malformação cardíaca^{10,11}. Os tipos de malformação mais comumente associados à SD são os defeitos do septo atrioventricular (DSAV), a comunicação interatrial (CIA) e interventricular (CIV), correspondendo a cerca de 75% dos casos¹²⁻¹⁴, seguido por persistência do canal arterial (PCA) e tetralogia de Fallot (TF)¹³.

O tratamento das CCs depende da gravidade. No Brasil, cerca de 80% dos casos necessitam de cirurgia cardíaca e aproximadamente 50% precisam ser operados no primeiro ano de vida^{1,15}. A cirurgia cardíaca nos paciente com SD só virou realidade no ano de 1976, quase 40 anos depois que a cirurgia já estava sendo realizada em pacientes sem a síndrome^{16,17}. A aceitação social das crianças com SD levantava muitas questões na época, porém a partir dessa data, os cuidados prestados as crianças com SD na área da cardiologia e cirurgia cardíaca melhoraram significativamente e elas passsaram a ser operadas cada vez mais cedo¹⁸. O tratamento cirúrgico se mostrou muito eficaz nesses pacientes, aumentando a expectativa e qualidade de vida¹⁸.

Os pacientes com SD apresentam maior chance de complicações pulmonares após a cirurgia devido às alterações pré-existentes causadas pela síndrome como hipotonia, alterações anatômicas de traqueia, alteração no fluxo

sanguíneo pulmonar, disfunção imune, entre outros¹⁹⁻²¹. Demais fatores como, tempo de cirurgia, de circulação extracorpórea e de ventilação mecânica aumentam ainda mais a chance de complicações pulmonares e sistêmicas no pós-cirúrgico²²⁻²⁵.

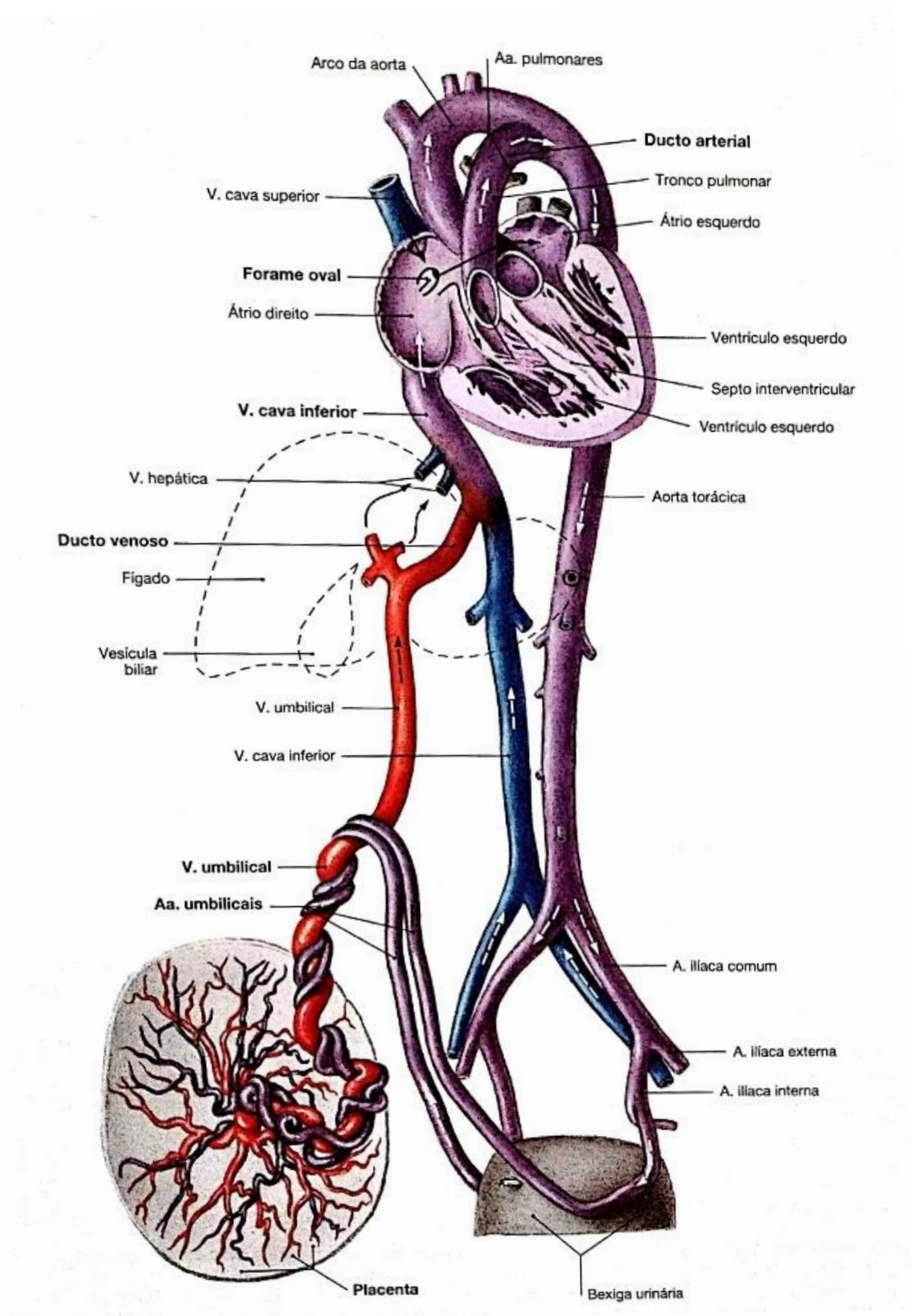
A literatura descreve que a intervenção fisioterapêutica (IF) é uma estratégia para redução e prevenção das complicações pulmonares no pós-cirúrgico de cirurgias cardíacas tanto em adultos, como em crianças²⁶⁻³⁰ e que deve ser realizada logo após o término da cirurgia, com a chegada do paciente à UTI³¹. Com terapia de remoção de secreções, técnicas de reexpansão pulmonar, alteração de decúbito, mobilização precoce, VNI e extubação precoce^{32,33}. Quando se trata de IF no paciente com SD, a maioria dos estudos visa o atendimento ambulatorial, com foco no treino de equilíbrio, na otimização de habilidades motora, no desenvolvimento psicomotor, na melhora da força muscular periférica e respiratória, visando a autonomia e inclusão social desse paciente³⁴⁻³⁸. Porém, em relação ao âmbito hospitalar, apesar da predisposição do paciente com SD apresentar maior risco de complicações pulmonares quando submetidos a cirurgias, a literatura ainda é muito escassa quanto aos efeitos da IF pré-operatória associada a IF no pós-operatório nas complicações de crianças com SD após a cirurgia cardíaca.

2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 CIRCULAÇÃO FETAL E NEONATAL

A única conexão entre o feto e o meio externo é a placenta, que fornece suprimento de nutrientes, retirada dos produtos de degradação e troca gasosa. Por isso, por meio dos vasos sanguíneos do cordão umbilical, o feto recebe todo o suporte que necessita³⁹. Como nesse período os pulmões estão cheios de líquidos, eles apresentam uma resistência muito alta ao fluxo sanguíneo. Já a placenta, por apresentar grandes seios venosos, oferece baixa resistência ao fluxo sanguíneo sistêmico, guiando o fluxo até ela⁴⁰.

Existem três estruturas vasculares importantes na transição da circulação fetal para a neonatal: ducto venoso⁴¹, forame oval⁴² e canal arterial⁴³. O sangue oxigenado proveniente da placenta chega ao feto pela veia umbilical⁴⁰. Ao se aproximar do fígado o sangue passa diretamente para o ducto venoso, um vaso fetal que comunica a veia umbilical com a veia cava inferior^{41,44}. Percorrendo a veia cava inferior, o sangue chega no átrio direito e é direcionado através do forame oval para o átrio esquerdo⁴⁵. Deste, o sangue passa para o ventrículo esquerdo e, com a sístole ventricular, ele é ejetado para artéria aorta. Esta também recebe uma carga adicional de sangue, proveniente do canal arterial, que permite a comunicação deste vaso com o ventrículo direito⁴³ (figura 1).



Fonte: SOBOTTA – Atlas de Anatomia Humana 23ª edição.

Figura 1: Cirulação Fetal.

Após a primeira respiração, há aumento da pressão parcial de oxigênio nos alveolos pulmonares, esse aumento causa vasodilatação das artérias pulmonares, permitindo assim maior fluxo de sangue para os pulmões⁴⁶. Simultaneamente, com o clampeamento do cordão umbilical, ocorre um aumento da resistência vascular sistêmica, aumentando a pressão do lado esquerdo do coração, ocasionando o fechamento do forame oval. Também devido ao clampeamento, o ducto venoso se contrai pelo baixo fluxo e se torna o ligamento venoso e a veia umbilical, que também se contraem, tornando-se o ligamento redondo do fígado. O aumento progressivo da pressão de oxigênio, a redução do fluxo sanguíneo pelo canal arterial e a retirada da placenta diminuem os níveis circulantes de prostaglandinas e levam ao fechamento deste canal^{47,48}.

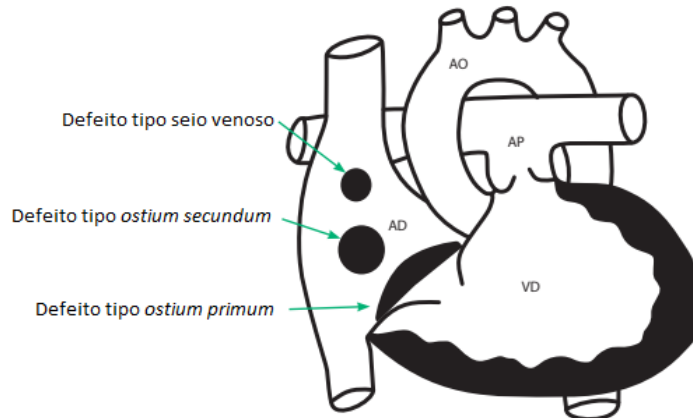
2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

As CCs podem ser classificadas quanto ao fluxo pulmonar (hiperfluxo, hipofluxo ou normofluxo)⁵, a complexidade (simples ou complexa)^{6,7} e a presença ou não de cianose⁴. O excesso de fluxo sanguíneo do coração para o pulmão é chamado de hiperfluxo pulmonar, a diminuição de fluxo do coração para o pulmão é chamado de hipofluxo pulmonar, e o normofluxo, é decorrente de alterações anatômicas em que não há aumento ou diminuição da irrigação dos pulmões⁵. A cardiopatia simples é a que envolve somente uma disfunção, já a complexa é quando tem associação de malformações. Estas últimas são mais graves e de mais difícil abordagem cirúrgica^{6,7}.

O aumento do volume sanguíneo e o conseqüente aumento do retorno venoso, associados à diminuição da resistência vascular periférica, provocam um aumento do shunt, que quando ocorre da esquerda para direita desencadeia a cardiopatia não cianótica, já nas cianóticas ocorre o shunt da direita para a esquerda, onde há a mistura de sangue não oxigenado na circulação sistêmica. A presença ou não de cianose é a forma mais comum de classificação das cardiopatias⁴⁹.

2.2.1 Principais Cardiopatias Não Cianóticas

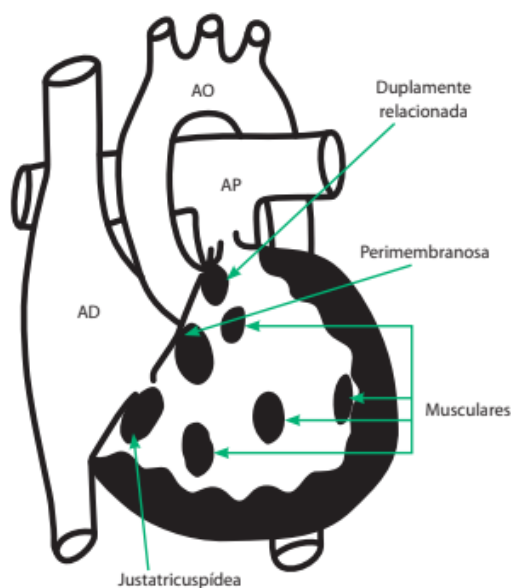
- Comunicação Interatrial (CIA) ou Defeito do Septo Atrial: abertura anormal entre os átrios, permitindo que o sangue a partir do átrio esquerdo flua para o átrio direito. Variam de pequenos orifícios a grandes comunicações⁵⁰ (figura 2).



Fonte: Tratado de pediatria : Sociedade Brasileira de Pediatria. 3ª ed. 2014.

Figura 2: Tipos de comunicação interatrial (CIA)

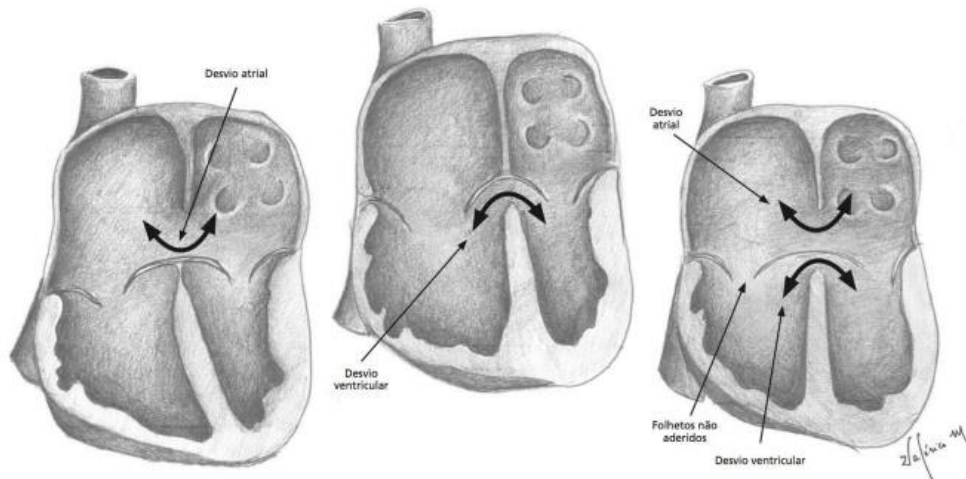
- Comunicação Interventricular (CIV) ou Defeito do Septo Ventricular: abertura anormal entre os ventrículos, permitindo que o sangue flua do ventrículo esquerdo para o direito e, conseqüentemente, para dentro da artéria pulmonar. Pode variar desde um pequeno orifício até a ausência do septo⁵¹ (figura 3).



Fonte: Tratado de pediatria : Sociedade Brasileira de Pediatria. 3ª ed. 2014.

Figura 3: Tipos de comunicação interventricular (CIV)

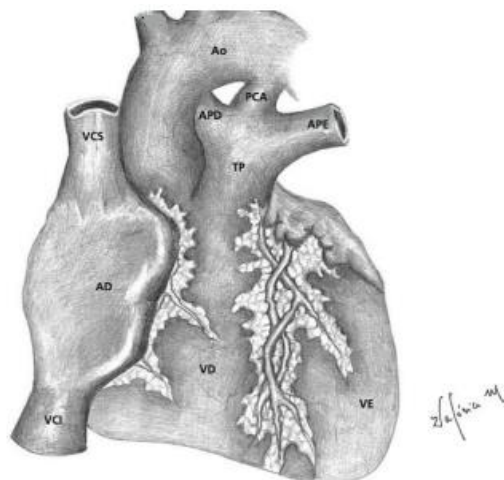
- Defeito do Septo Atrioventricular (DSAV): defeito no coxim endocárdico, que é responsável pela formação das válvulas atrioventriculares (tricúspide e mitral) e fechamento dos septos atrial e ventricular. Criando uma grande válvula atrioventricular central que permite que o sangue flua entre todos os quatro compartimentos do coração, podendo ser parcial, intermediário ou total^{52,53} (figura 4).



Fonte: Cardiologia e cirurgia cardiovascular pediátrica, Croti, et al. 2ª ed. 2013.

Figura 4: Defeito do septo atrioventricular parcial e total (DSAV)

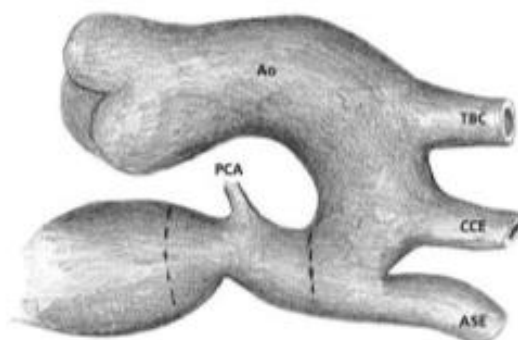
- Persistência do Canal Arterial (PCA): o canal arterial é uma estrutura fundamental na vida intra-uterina, mas desnecessária após o nascimento. A PCA resulta de uma alteração estrutural da musculatura lisa do canal e geralmente não apresenta fechamento espontâneo⁵⁴ (figura 5).



Fonte: Cardiologia e cirurgia cardiovascular pediátrica, Croti, et al. 2ª ed. 2013.

Figura 5: Persistência do Canal Arterial (PCA)

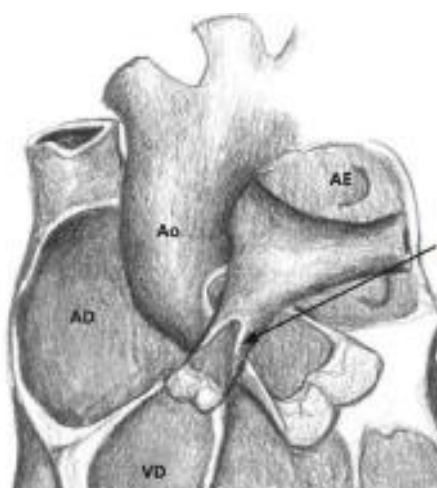
- Coarctação da Aorta (CoAo): estreitamento na aorta localizado próximo à inserção do canal arterial, resultando em pressão aumentada proximal ao defeito (cabeça e membros superiores) e pressão diminuída distal à obstrução (tronco e membros inferiores)⁵⁵ (figura 6).



Fonte: Cardiologia e cirurgia cardiovascular pediátrica, Croti, et al. 2ª ed. 2013.

Figura 6: Coarctação da Aorta (CoAo)

- Estenose Aórtica (EA): estreitamento da válvula aórtica, gerando resistência ao fluxo sanguíneo no ventrículo esquerdo, débito cardíaco diminuído, hipertrofia ventricular esquerda e congestão vascular pulmonar⁵⁶.
- Estenose Pulmonar (EP): estreitamento na entrada para a artéria pulmonar. A resistência ao fluxo sanguíneo provoca hipertrofia ventricular direita e fluxo sanguíneo pulmonar diminuído⁵⁷ (figura 7).

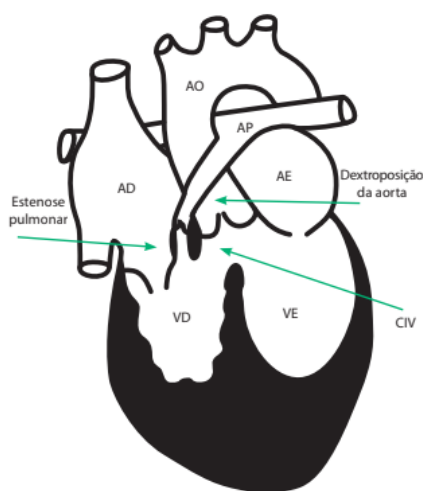


Fonte: Cardiologia e cirurgia cardiovascular pediátrica, Croti, et al. 2ª ed. 2013.

Figura 7: Estenose Pulmonar (EP)

2.2.2 Principais Cardiopatias Cianóticas

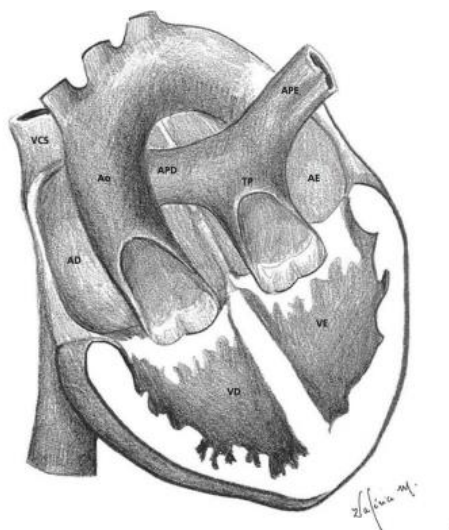
- Tetralogia de Fallot (TF): impede o fluxo de sangue do coração para os pulmões, devido a uma combinação de quatro defeitos: comunicação interventricular, estenose pulmonar, dextro posicionamento da aorta e hipertrofia do ventrículo direito⁵⁸ (figura 8).



Fonte: Tratado de pediatria : Sociedade Brasileira de Pediatria. 3^a ed. 2014.

Figura 8: Tetralogia de Fallot (TF)

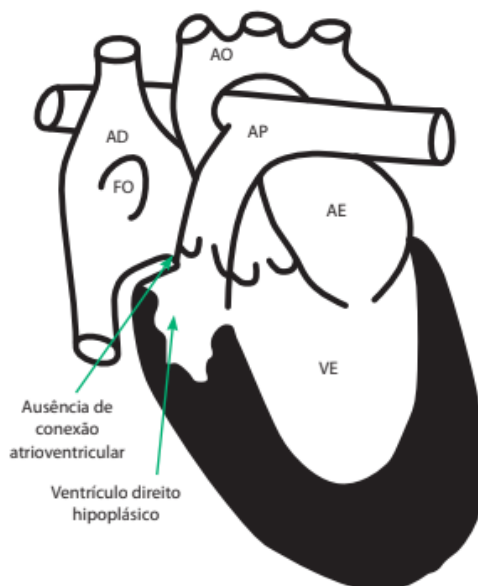
- Transposição das Grandes Artérias (TGA): é quando a artéria pulmonar origina-se no ventrículo esquerdo e a aorta origina-se no ventrículo direito, o que faz com que sangue pobre em oxigênio circule para o corpo e sangue rico em oxigênio circule entre os pulmões e o coração⁵⁹ (figura 9).



Fonte: Cardiologia e cirurgia cardiovascular pediátrica, Croti, et al. 2^a ed. 2013.

Figura 9: Transposição das Grandes Artérias.

- Atresia Tricúspide (AT): falha no desenvolvimento da válvula tricúspide, consequentemente, não existe comunicação do átrio direito para o ventrículo direito. O sangue flui para o lado esquerdo do coração por meio de um defeito septal atrial e para o ventrículo direito por meio de um defeito septal ventricular⁶⁰ (figura 10).



Fonte: Tratado de pediatria : Sociedade Brasileira de Pediatria. 3ª ed. 2014.

Figura 10: Atresia Tricúspide (AT).

2.3 SINAIS E SINTOMAS DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

Os sinais e sintomas das CCs dependem da classificação e gravidade da deformidade cardíaca. Por exemplo, as cardiopatias acianóticas são as mais frequentes, menos sintomáticas e de diagnóstico mais difícil. A CIA por ser muitas vezes assintomática pode ser diagnosticada na adolescência ou até mesmo na fase adulta durante algum exame de rotina, entretanto, deve ser tratada quando descoberta, pois durante a vida adulta a CIA pode causar insuficiência cardíaca e arritmias⁶¹.

A CIV e a PCA dependem do tamanho do canal. Em pequenos defeitos os pacientes geralmente são assintomáticos, podendo ser diagnosticados durante exames de rotina devido ao sopro cardíaco. Já em defeitos médios a grandes podem apresentar sintomas de insuficiência cardíaca congestiva (ICC)

como dispneia, taquipneia, sudorese, fadiga e dificuldade de ganho de peso, ou até mesmo sintomas pulmonares como infecções respiratórias de repetição⁶¹.

O DSAV pode ser total, intermediário, ou parcial. O DSAV total é quando existe comunicação nas quatro cavidades do coração, geralmente apresenta sintomas de ICC logo após o nascimento e, se não tratada cirurgicamente até o primeiro ano de vida, pode desenvolver doenças pulmonares graves e irreversíveis. O defeito intermediário é quando ocorre CIA, uma CIV pequena, restritiva e uma valva atrioventricular comum. Quando parcial ocorre a CIA e alteração da válvula mitral podendo ser assintomática durante os primeiros anos de vida, e os sintomas como fadiga, intolerância ao exercício podem aparecer na adolescência ou no adulto jovem⁵³.

Na CoAo geralmente os bebês podem ser assintomáticos ou apresentar poucos sintomas, como taquicardia, taquipneia e falta de apetite. Nas coarctações graves o risco de óbito materno-fetal é aumentado. A CoAo pode ser identificada pela palpação dos pulsos da artéria braquial e femoral simultaneamente. A palpação revelará diminuição e retardo ou ausência do pulso femoral.⁶² Quando criança, o principal sintoma é algia em membros inferiores durante a atividade física⁶³.

Em relação à estenose pulmonar e aórtica, ambas podem apresentar formas assintomáticas da doença durante muitos anos, e quando há desenvolvimento dos sintomas podem apresentar dispneia, síncope, angina e fadiga⁶³. Na estenose pulmonar há presença de insuficiência cardíaca direita, e na aórtica as complicações são, insuficiência cardíaca esquerda, hipertensão arterial e nas estenoses graves há alto índice de mortalidade materno-fetal⁴⁹.

A característica mais evidente das cardiopatias cianóticas é a tonalidade azulada dos lábios e da pele (cianose). Trata-se de um sinal claro de que não há oxigênio suficiente no sangue. A cardiopatia cianótica mais comum é a TF, e como ela pode variar de estenose, hipoplasia, atresia ou agenesia da válvula pulmonar os sintomas serão de acordo com as diferentes alterações. Assim podem apresentar pouca sintomatologia ou até mesmo sintomas graves como hipoxemia, cianose grave e insuficiência cardíaca^{49,64}.

Na TGA, o sangue venoso é bombeado para a circulação sistêmica sem ter sido oxigenado nos pulmões. O sangue oxigenado entra no coração esquerdo e volta para os pulmões, em vez de ir para as outras partes do corpo.

Para o bebê sobreviver com essa anomalia, é obrigatório que exista uma malformação associada que permita a mistura do sangue dessaturado e oxigenado. A cianose grave ocorre em poucas horas após o nascimento, seguida rapidamente por acidose metabólica secundária à deficiente oxigenação dos tecidos, necessitando de correção cirúrgica. Pacientes com TGA e com uma malformação associada como CIA, CIV e/ou PCA de moderadas a grande tendem a apresentar cianose menos grave após o nascimento, porém os sinais de insuficiência cardíaca podem aparecer durante as primeiras semanas de vida⁶⁴.

A atresia da válvula tricúspide pode se apresentar com o fluxo sanguíneo pulmonar diminuído ou elevado, a proporção do fluxo sanguíneo será determinante para a forma de manifestação clínica. Os lactentes com fluxo sanguíneo pulmonar diminuído geralmente apresentam cianose leve ou moderada ao nascimento, que aumenta, às vezes dramaticamente, durante os primeiros meses de vida. Lactentes com fluxo sanguíneo pulmonar elevado têm geralmente sinais de insuficiência cardíaca. Aproximadamente metade dos pacientes com AT apresentam sintomas no primeiro dia de vida e 80% apresentam sintomas no final do primeiro mês de vida⁶⁴.

2.4 SÍNDROME DE DOWN

A SD é uma condição genética, reconhecida em 1866 por John Langdon Down, um médico inglês⁶⁵. Mas foi somente em 1959 que o Dr. Jerome Lejeune, de Paris, mostrou uma associação com o cromossomo 21⁶⁶. É a síndrome mais comum que ocorre em humanos, e é caracterizada pela presença total ou parcial da terceira cópia do cromossomo 21, ocorrendo aproximadamente em um a cada 700 nascidos vivos⁶⁷. Essa incidência pode variar de acordo com a idade materna, atingindo um a cada 30 nascidos vivos em mães com idade superior a 45 anos. As manifestações clínicas incluem atraso no desenvolvimento motor, hipotonia muscular generalizada, frouxidão ligamentar, alterações anatômicas do trato respiratório, deficiência mental, problemas de audição e visão e cardiopatias congênitas⁶⁷.

Há três tipos principais de anomalias cromossômicas ou variantes na SD: a trissomia simples, a translocação cromossômica (ou translocação Robertsoniana) e o mosaïcismo⁶⁸. A trissomia simples é caracterizada por 95%

dos casos. Ocorre quando um dos pares do cromossomo 21 não se separa, chamada de não disjunção cromossômica. Os dois cromossomos permanecem unidos em uma das células (óvulo ou espermatozoide). Assim, essa célula permanece com 24 cromossomos. Ao se unir a outra célula embrionária comum, com 23 cromossomos, a nova célula, resultante da fusão no momento da concepção, terá 47 cromossomos (três dos quais 21). A partir desta, serão originadas todas as demais células do novo organismo, que igualmente possuirão 47 cromossomos⁶⁹.

A translocação cromossômica, ocorre geralmente devido à rearranjos cromossômicos com ganho de material genético, podendo ser de ocorrência casual ou ser herdada de um dos pais. Neste caso, é identificado a trissomia não na forma de cromossomo livre, mas sim de um cromossomo translocado com outro, frequentemente envolvendo o cromossomo 21 e o 14. Nesse caso, embora o indivíduo tenha 46 cromossomos, ele apresenta a SD. Cerca de 3,5% dos casos de SD são decorrentes da translocação. Geralmente as consequências orgânicas da translocação costumam ser similares às da trissomia simples e aparece a SD com todas as suas manifestações e características⁷⁰.

Os casos de mosaicismo podem originar-se da não disjunção mitótica nas primeiras divisões de um zigoto normal. Essa alteração genética compromete apenas parte das células, ou seja, algumas células têm 47 e outras 46 cromossomos. Os casos de mosaicismo ocorrem em 1,5% das crianças com SD. Algumas pessoas com SD mosaica têm sinais clínicos muito sutis⁷¹.

O diagnóstico pode ser feito ainda durante a gestação, após a décima segunda semana, por meio de exames específicos como translucência nugal, cordocentese e amniocentese, que nem toda grávida precisa fazer, mas que normalmente é recomendado quando a mãe tem mais de 35 anos ou quando a gestante possui SD. Após o nascimento o exame mais comum é o cariótipo, no qual será realizada a análise do material genético⁷².

O prognóstico da SD é variável em função das possíveis complicações, como os problemas cardíacos, a suscetibilidade para infecções pulmonares e o eventual desenvolvimento de leucemia^{73,74}. Atualmente, com o avanço da medicina a expectativa de vida mínima dos pacientes adultos com SD encontra-se nos 50 anos de idade. As cardiopatias constituem um fator determinante na sobrevivência destes pacientes, que podem viver até os 60 anos na ausência da

mesma⁷⁵.

2.4.1 Cardiopatias Congênitas na Síndrome de Down

Desde 1950 a associação entre a SD e as CCs já está bem estabelecida⁷⁶. Desde então, vários estudos contribuíram afirmando essa relação^{17,77,78}. Como a SD é uma das principais causas de CCs, estudos relacionam ao fato de que a SD leva a alteração em genes específicos que controlam o desenvolvimento do coração, causando um desenvolvimento anormal dos coxins endocárdicos e defeitos envolvendo o septo e as válvulas atrioventriculares⁷⁹.

Sabe-se que a prevalência de anomalias cardíacas congênitas em pacientes com SD é de 40 a 50%¹¹. A CC mais frequente é o DSAV afetando mais da metade destes pacientes⁸⁰. Estudos apontaram que o DSAV raramente ocorre como uma cardiopatia isolada e ainda, foi observada alta mortalidade quando relacionado à SD^{80,81}. Além do DSAV, os pacientes podem apresentar CIA e CIV que são associadas à menores índices de mortalidade e menores complicações. Outras cardiopatias comuns são a PCA e a TF^{13,82}.

As CCs são a principal causa de mortalidade e morbidade durante os primeiros dois anos de vida nessa população¹⁷. Porém, nos últimos anos, observou-se uma melhora significativa na expectativa de vida de pacientes com SD que apresentam cardiopatia, seja pelo diagnóstico precoce, seja pelos tratamentos cirúrgicos efetivos^{83,84}. Quando corrigidos cirúrgica e precocemente, os pacientes apresentam melhor sobrevida. Sabe-se que, quanto mais tardiamente ocorrer a indicação cirúrgica da CC, pior será o prognóstico da criança⁸⁵. Em alguns casos os sintomas ou sinais dessas cardiopatias podem estar ausentes nos primeiros dias de vida, o que pode levar ao diagnóstico tardio. Isso pode ser determinante no desenvolvimento de ICC, pneumonia, arritmias cardíacas ou hipertensão pulmonar nesses pacientes.

2.5 TRATAMENTO DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

O tratamento das CCs varia de acordo com a gravidade da malformação e dos sintomas, podendo ser clínica ou cirúrgica. Na maioria dos casos é necessário tratamento cirúrgico, com correção total ou paliativa. A primeira cirurgia

com sucesso de CC foi realizada em 1938, pelo Dr. Robert E. Gross, para correção da PCA em uma paciente de sete anos de idade. Desde então, a correção cirúrgica da PCA tornou-se fato corriqueiro já tendo sido realizada milhares de vezes em todo o mundo, inclusive em neonatos, com baixíssimas taxas de morbidade e mortalidade⁸⁶. A primeira cirurgia paliativa da TF foi realizada em 1944 em uma criança de 15 meses de idade pelo Dr. Alfred Blalock com ajuda de seu assistente: Vivien Thomas e da cardiologista infantil: Helen Taussig, porém sem sucesso. A segunda operação, em 1945 em uma paciente de 11 meses teve uma boa evolução. Já em 1952 foi realizada com êxito a primeira cirurgia cardíaca a céu aberto, quando o Dr. F. John Lewis corrigiu uma CIA, que só foi possível graças ao sucesso da invenção da circulação extracorpórea (CEC) um ano antes⁸⁶.

A CEC é um procedimento muito utilizado para a realização de cirurgias cardíacas, cuja finalidade é propiciar um campo cirúrgico limpo e preservar as características funcionais do coração⁸⁷. Por outro lado, a CEC produz uma resposta inflamatória sistêmica com liberação de substâncias que prejudicam a coagulação e a resposta imune, aumentam o tônus venoso, produzem grande liberação de catecolaminas, levam a disfunção, lesão ou necrose celular do miocárdio e uma disfunção pulmonar⁸⁷.

Dentre todos os órgãos afetados pela utilização da CEC, o pulmão tende a ser o mais comprometido. Embora ocorram vários fatores associados ao aumento de água intersticial, o mais importante é a deposição de neutrófilos na microcirculação pulmonar, principal local de sequestração dos neutrófilos ativados. Essas células liberam enzimas lisossômicas e radicais livres de oxigênio, ocasionando lesão endotelial direta e alterando a permeabilidade vascular, com consequente acúmulo de água no interstício pulmonar⁸⁸. Então, as complicações mais comuns no pós-operatório de cirurgia cardíaca devido à CEC são edema, complicações respiratórias como disfunção diafragmática e atelectasias, distúrbios neurológicos, lesão renal aguda, arritmias, sangramentos, infecções e dificuldade no controle glicêmico, entre outras^{87,89}.

As complicações no pós-operatório estão diretamente relacionadas com o tempo de CEC, tempo de anestesia, tempo de ventilação mecânica, intensidade da manipulação cirúrgica, tipo de incisão cirúrgica, tempo de isquemia e quantidade de drenos, sendo esses alguns dos principais fatores dos pacientes desenvolverem alguma disfunção pulmonar no pós-operatório como pneumonia,

atelectasia, derrame pleural, pneumotórax e outros. Muitas vezes as complicações acontecem em razão ao aumento da resistência da via aérea, possível aumento de disfunção diafragmática, alteração do fluxo sanguíneo pulmonar e redução das capacidades pulmonares^{22,23,90}.

Há algumas décadas, quase 70% das crianças com CCs não conseguiam atingir a idade adulta, pois os procedimentos cirúrgicos e intervencionistas ainda não estavam disponíveis. Esse panorama mudou muito, principalmente nos países desenvolvidos. Devido ao aprimoramento das tecnologias cirúrgicas, intervencionistas e médicas, a expectativa de vida de crianças com CC aumentou dramaticamente nas últimas décadas e ainda continua aumentando^{84,86,91}.

2.5.1 Tratamento Cirúrgico de Cardiopatias Congênitas na Síndrome de Down

O primeiro relato de cirurgia cardíaca em neonato com SD foi no ano de 1976¹⁶. Porém a taxa de mortalidade cirúrgica na época foi muito alta em pacientes com DSAV. Antes dessa data, somente as crianças sem a síndrome tinham a oportunidade de realizar a reparação cirúrgica. Porém após uma complexa teia de considerações éticas e legais pacientes com SD passaram a ter oportunidade de reparação cirúrgica assim como as outras crianças. Nos anos seguintes, com o aprimoramento das técnicas cirúrgicas, de diagnóstico e de triagem, as cirurgias em pacientes com SD foram obtendo mais sucesso, com isso aumentando a perspectiva e a qualidade de vida dos pacientes com a síndrome⁸³. Mas sabe-se atualmente que o fato de apresentar a anormalidade cromossômica pode aumentar o risco de complicações durante ou após a cirurgia cardíaca⁹².

Os pacientes com SD, independente de apresentarem ou não CC, já apresentam infecções do trato respiratório com mais frequência do que os pacientes sem a síndrome. São vários os fatores que contribuem para problemas nas vias respiratórias, sendo os principais: a hipotonia, obesidade, volume reduzido das vias respiratórias inferiores, traqueobroncomalácia, hipoplasia pulmonar, refluxo gastroesofágico, aumento da secreção e congestão pulmonar¹⁹. Outro fator importante para o aumento de infecções é a disfunção imune que a população com SD apresenta. Os mecanismos pelos quais a trissomia do 21 causa desregulações imunológicas ainda está em investigação, porém o que se sabe é que o cromossomo 21 abriga vários genes envolvidos na orquestração das respostas imunológicas do

organismo, incluindo quatro dos seis receptores de interferon (IFN), que servem como subunidades de receptores para proteínas responsáveis pela ativação do sistema imune²¹. Devido a esses fatores, crianças com SD podem apresentar maior risco de complicações durante a cirurgia e no pós-cirúrgico⁹².

A presença da SD, portanto, muitas vezes influencia a decisão quanto ao momento para a operação, como o estado clínico do paciente antes da cirurgia, e também dos cuidados redobrados que deverão ter durante e após a cirurgia cardíaca nessa população^{92,93}.

2.5.2 Alterações Respiratórias Devido à Cirurgia Cardíaca

Mesmo com os avanços nas técnicas cirúrgicas, a disfunção pulmonar no pós-operatório de cirurgia cardíaca continua sendo uma das mais importantes causas de morbidade e mortalidade⁹⁴.

O comprometimento da função pulmonar após cirurgia cardíaca tem caráter multifatorial. Um dos fatores pode se iniciar durante a anestesia geral⁹⁵. Os agentes anestésicos utilizados nas anestésias gerais deprimem o sistema respiratório, e o principal efeito é a hipoxemia durante a cirurgia, que pode estar relacionada a alterações na distribuição dos gases, dos volumes pulmonares e às alterações mecânicas do sistema respiratório. A parede torácica e o diafragma sofrem alterações de movimentação levando a redução da capacidade residual funcional, favorecendo a formação de atelectasias⁹⁵. Além disso, alguns estudos relatam que em crianças a incidência de broncoespasmo durante a cirurgia, devido à anestesia geral, é de 0,2% a 4,1%, com aumento para 2,2% a 5,7% nas crianças asmáticas. Pode ocorrer durante a indução ou manutenção da anestesia geral, podendo estar relacionado ao aumento de secreção nas vias aéreas, a alterações no tônus simpático-vagal, a irritação mecânica causada pela manipulação da via aérea durante a intubação traqueal, ou até a reação alérgica à anestesia^{95,96}.

Outro motivo relevante relacionado a complicações pulmonares no pós-operatório é a escolha da técnica de incisão cirúrgica e a presença de drenos mediastinais ou pleurais. Os pacientes podem apresentar muita dor e redução importante da mobilidade do tórax nos primeiros dias após a cirurgia. Com isso a função respiratória sofre impacto, como diminuição da função ciliar, redução da

eficácia da tosse e limitação da capacidade inspiratória, resultando em respiração superficial que causa hipoventilação e aumento de secreção com dificuldade de expectoração. Por isso, os pacientes no pós-operatório, podem apresentar atelectasia e pneumonia como principais complicações^{97,98}.

Em relação ao uso da CEC, estudos trazem que o procedimento cirúrgico com um tempo de CEC igual ou superior a 100 minutos são considerados agravantes no pós-operatório em adultos, porém para crianças de 1 a 12 meses o tempo de CEC superior ou igual a 69 minutos e para crianças e 1 a 10 anos o tempo superior a 88 minutos foram considerados agravantes para complicação no pós-operatório⁹⁹. Isso acontece devido à passagem do sangue por um circuito artificial que desencadeia uma resposta inflamatória sistêmica, tendo como consequência alteração da permeabilidade da membrana alvéolo-capilar e depleção do surfactante após a CEC. Os pulmões podem sofrer com colapso em algumas áreas, diminuindo a sua complacência e aumentando o trabalho respiratório¹⁰⁰. Além do uso e do tempo de CEC, a duração da cirurgia deve ser levada em consideração. Alguns estudos trazem que um tempo de cirurgia superior a 210 minutos é considerado agravante para complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca^{101,102}.

Outro fator de complicação pulmonar após a cirurgia cardíaca é o uso e o tempo de uso de ventilação mecânica invasiva (VMI). Quanto maior o tempo de uso da VMI maiores são as chances e mais específicas são as complicações relacionadas à ela¹⁰³. Os pacientes intubados perdem a barreira natural entre a orofaringe e a traqueia, eliminando o reflexo de tosse, que é necessário para proteção pulmonar, promovendo assim o acúmulo de secreções, facilitando a colonização da árvore traqueobrônquica e a aspiração de secreções contaminadas para as vias aéreas inferiores. Algumas complicações relacionadas ao uso do tubo orotraqueal e da VMI são por exemplo, as atelectasias que estão associadas à hipoventilação alveolar, à intubação seletiva e à presença de rolhas de secreção no tubo traqueal¹⁰³. O pneumotórax pode ocorrer devido a ajustes de pressões ou volumes correntes muito altos. Lesões traqueais podem ocorrer quando o tubo orotraqueal tem cuff e há ajuste inadequado da pressão. Pressões elevadas do cuff levam à diminuição de atividade do epitélio ciliado, isquemia, necrose e até fístulas traqueais. E pode ocorrer também a pneumonia associada a ventilação mecânica (PAV) devido ao tempo prolongado de VMI, podendo ser desenvolvida após de 48

horas de intubação. A PAV está diretamente associada a aumento no tempo de internação e do índice de mortalidade^{103,104}.

2.6 HISTÓRIA DA INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NAS COMPLICAÇÕES PULMONARES NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS ABDOMINAIS E CARDÍACAS.

Atualmente, estudos comprovam que atelectasia¹⁰⁵ e pneumonia¹⁰⁶ são as complicações pulmonares mais recorrentes no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica. A presença de atelectasia e pneumonia no pós-operatório de cirurgias abdominais ou torácicas vem sendo estudadas há décadas^{107,108}. Em 1850 Gairdner trouxe a informação de que a atelectasia poderia ocorrer devido a obstrução do brônquio principal com secreção espessa durante a cirurgia¹⁰⁷. Em 1925, Lee e Jackson foram os primeiros a demonstrar por broncoscopia o mecanismo da atelectasia no pós-operatório, confirmando a teoria da obstrução completa dos brônquios do pulmão atelectasiado por secreção espessa¹⁰⁹.

Em relação à pneumonia, um dos primeiros e maiores estudos publicados foi em 1910, onde o autor Edward verificou casos de pneumonia em mil pacientes que foram submetidos a cirurgia de laparotomia e, concluiu que fatores como, realizar a cirurgia no inverno, pacientes com higiene bucal precária, tempo de anestesia, tipo de cirurgia e aumento da quantidade de secreção foram fatores para que os pacientes desenvolvessem pneumonia no pós-operatório¹⁰⁸. Com isso, Herbert em 1942 mostrou a importância da aspiração da secreção antes, durante e após o processo de anestesia de cirurgia em região torácica e ainda citou que, se possível, realizar a cirurgia com até 10 graus de trendelembug para que a secreção se desloque para a região superior sendo mais fácil sua aspiração¹¹⁰. Herbert mostra que a preocupação deve se estender para o pós-operatório, não somente na mesa de cirurgia. No pós-operatório o paciente deve ser instruído, pelos fisioterapeutas, a alteração de decúbito frequente, a realizar exercícios de inspiração profunda e a tossir com auxílio para retirar a secreção espessa, além disso, o autor cita que o uso de fármacos para dor devem ser evitados, quando possível, devido a depressão do sistema respiratório e conseqüentemente a redução do reflexo de tosse dificultando a retirada da secreção¹¹⁰.

Ao ser determinado um dos fatores da pneumonia e da atelectasia no pós-operatório, o papel da fisioterapia se mostrou essencial no âmbito hospitalar. A partir disso, em novembro de 1944, um programa detalhado de intervenção fisioterapêutica (IF) foi estabelecido na sessão de cirurgia de tórax do Hospital Fitzsimons General em Denver, Colorado, sendo, na época, um hospital de referência de cirurgias pulmonares, onde foram realizadas mais de 1900 cirurgias em quatro anos. O programa foi dividido em pré-operatório; pós-operatório imediato e tratamento no pós-operatório tardio. O fisioterapeuta no pré-operatório era responsável por informar o paciente quanto as dores que iria sentir após a cirurgia e ensinar a realizar exercícios de inspiração profunda. No pós-operatório imediato o fisioterapeuta deveria deambular com o paciente assim que fosse extubado e realizar exercícios de inspiração profunda. E no pós-operatório tardio o paciente era encaminhado para a clínica de fisioterapia onde eram realizadas técnicas para acelerar o processo de cicatrização. Nessa época somente alguns hospitais tinham equipe de fisioterapia atuando juntamente com a equipe médica em casos cirúrgicos e, esse artigo, apesar de não trazer dados sobre complicações pulmonares, mostrou que ao iniciar o protocolo, os pacientes começaram a deambular precocemente e foram de alta mais rápido do que quando não tinha o protocolo de IF. Ele ainda discute sobre a importância de agregar uma equipe de fisioterapia à equipe médica de hospitais¹¹¹.

Um estudo publicado no ano de 1953 cita que é difícil afirmar que a assistência fisioterapêutica sozinha é eficaz para diminuir a incidência de atelectasia e pneumonia no pós-operatório de cirurgias em região abdominal, podendo estar associada ao uso de antibiótico por exemplo, porém o estudo traz dados interessantes em relação a isso. Ele cita que em 1945, foram observados casos de cirurgias em região abdominal e torácica onde os pacientes não foram submetidos à IF no pós-operatório e a incidência de atelectasia foi 1,4% e, que em 1951 foram observados casos dos mesmos tipos de cirurgia realizadas no mesmo hospital, com a diferença de que os pacientes foram submetidos à IF no pós-operatório, incluindo exercícios respiratórios e deambulação precoce com uma incidência relada de 0,9% de atelectasia¹¹².

Outro fator associado à atelectasia no pós-operatório, além da secreção brônquica, é a hipoventilação pulmonar devido a dor na região operada (torácica ou abdominal). O estudo de Thorén em 1954 avaliou 343 pacientes em

pós-operatório de cirurgias abdominais e encontrou que as complicações no pós-operatório foram mínimas nos pacientes que foram submetidos à IF com exercícios respiratórios, drenagem postural e tosse orientada ¹¹³.

Com a invenção da CEC em 1951, expandiu a possibilidade de realizar cirurgias cardíacas extensas e complexas a céu aberto, e com isso, a assistência fisioterapêutica passou a ser aplicada em pacientes que foram submetidos à cirurgia cardíaca, devido ao aumento do número de sucesso cirúrgico. A partir do ano de 1955 se iniciaram estudos relacionados à eficácia da assistência fisioterapêutica na redução de complicações pulmonares em adultos e posteriormente em crianças em pós-operatório de cirurgia cardíaca¹¹⁴⁻¹¹⁷.

No ano de 1973 foi iniciado em Curitiba, como pioneiro em âmbito nacional, o serviço de fisioterapia pré e pós-operatória especializada em cirurgia cardíaca¹¹⁸. O serviço foi instalado pois com o aumento do número de cirurgias cardíacas houve também um aumento do número de complicações pulmonares no pós-operatório. O trabalho era feito mais no pós-operatório, porém, nos casos de pacientes com alguma doença pulmonar prévia foi realizada IF no pré-operatório também. A partir dessa época, foi observado que a intervenção no pré-operatório de cirurgia cardíaca em adultos se mostrou eficaz para prevenção de complicações pulmonares^{115,117}. Porém estudos de intervenção pré-operatória em crianças ainda eram escassos.

Apesar de na época terem sido publicados alguns poucos estudos com controvérsias em relação a eficácia da IF na prevenção de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca^{119,120}, vários outros estudos foram publicados desde então demonstrando cada vez mais a eficácia da IF na prevenção de atelectasia e outras complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca adulta e pediátrica^{28,33,121-123}.

Segundo a I Recomendação Brasileira de Fisioterapia Respiratória em Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica e Neonatal, publicado em 2012¹²⁴, a atuação do fisioterapeuta é fundamental na UTI, considerando a prevenção de alterações cinético funcionais assim como a melhora no quadro de alterações cardiorrespiratórias decorrentes do processo de internação ou intervenção cirúrgica¹²⁴.

A IF no período pós-operatório se inicia logo após a chegada da criança a UTI, sendo necessária uma avaliação completa com inspeção da

expansibilidade torácica, ausculta pulmonar, análise de exames laboratoriais e radiológicos¹²⁵. Na maioria dos casos, as crianças submetidas a cirurgias cardíacas são transportadas para a UTI intubadas. Sabe-se que o processo de extubação deve ser, prioritariamente, rápido, sendo realizada assim que possível para evitar complicações relacionadas ao tempo de intubação traqueal. Nessa fase é importante ajuste adequado da ventilação mecânica, técnicas para expansibilidade torácica e técnicas de remoção de secreções com o objetivo de preservar condições satisfatórias de ventilação pulmonar e manter a permeabilidade das vias aéreas¹²⁵.

Posteriormente à extubação, a IF ainda é indicada com o objetivo de reduzir o risco de complicações pulmonares como pneumonias e atelectasias e também as complicações circulatórias sistêmicas reduzindo os efeitos deletérios provenientes da cirurgia e da restrição ao leito^{32,122}. Por meio de técnicas ativas e/ou passivas e/ou ativas assistidas, a IF proporciona melhora da oxigenação, preservação de condições satisfatórias de ventilação pulmonar, manutenção da permeabilidade das vias aéreas, melhora da complacência e resistência pulmonar³².

Além disso, a fisioterapia motora em pacientes críticos é uma intervenção segura, viável e bem tolerada como, por exemplo, mudanças de decúbito e posicionamento no leito, mobilizações passivas, exercícios ativo-assistidos e ativo livres, uso de ciclo ergômetro, eletroestimulação, treino funcional, sedestação, ortostatismo¹²⁶, marcha estática, transferência da cama para cadeira e deambulação. A mobilização precoce é considerada uma conduta terapêutica capaz de promover alterações fisiológicas, como a melhora da circulação, do metabolismo, da ventilação e da perfusão central e periférica¹²⁷.

No pré-operatório a atuação do fisioterapeuta é direcionada para garantir a permeabilidade das vias aéreas e a adequação ventilatória, pois a criança cardiopata com indicação cirúrgica pode apresentar quadros de hipersecreção brônquica e atelectasias²⁷.

Outra abordagem importante é a educativa, que consiste em orientar os pais das crianças sobre a importância da fisioterapia para prevenção e rápido restabelecimento funcional do quadro respiratório de seus filhos. As técnicas de remoção de secreção convencionais podem ser utilizadas. Outras possibilidades são a técnica de aumento do fluxo expiratório (AFE), a técnica de expiração forçada, e ventilação mecânica não-invasiva (VNI)²⁷.

2.6.1 Intervenção Fisioterapêutica no Paciente com Síndrome de Down

A IF nos pacientes com SD deve ser iniciada desde o nascimento¹²⁸, e isso se deve ao fato do paciente com SD apresentar grande hipotonia que leva a uma dificuldade no desenvolvimento motor da criança¹²⁸. Por esse motivo, a maioria dos estudos presentes na literatura visam a assistência fisioterapêutica em âmbito ambulatorial³⁴. Estudos trazem que o papel do fisioterapeuta é realizar um programa de intervenção precoce para desenvolver habilidades motoras básicas, como andar, equilíbrio e saltos, além disso, com o objetivo de melhora da capacidade cardiopulmonar e força muscular para prevenir complicações futuras^{34,37,38}.

Estudos citam amplas formas de terapia para o paciente com SD. Além dos recursos em solo com objetivo de treino de marcha, mudanças de postura, equilíbrio^{37,38}, existem também modalidades que vem se destacando nos últimos anos, como hidroterapia e equoterapia. A hidroterapia possibilita um aumento do trabalho e força muscular com a resistência da água ao movimento incrementada com aumento da velocidade¹²⁹. Como recurso da terapia aquática o método Bad-Ragaz se mostrou eficiente no aumento de força muscular periférica e respiratória nos pacientes com SD¹²⁹.

Quanto à equoterapia, estudos citam que as experiências provocadas pelos movimentos do cavalo, pelo contato com o animal, associado a uma postura nova, podem estimular a potencialidade plástica do sistema nervoso e, com isso, promover diferentes estímulos sensório-motores que conjuntamente desencadeiam ajustes biomecânicos. Os pacientes com SD que realizam a equoterapia melhoram coordenação motora, força muscular e obtêm melhora na marcha¹³⁰. Porém, a equoterapia isolada, ou seja, não associada com IF não obteve o mesmo efeito³⁶.

Os pacientes com SD apresentam fraqueza importante da musculatura respiratória quando comparado à pacientes sem a síndrome¹³¹ e, devido a predisposição dos pacientes com SD apresentarem complicações pulmonares, estudos em âmbito ambulatorial e domiciliar mostram a efetividade da IF, com formas lúdicas (utilizando peso na região abdominal associado com inspiração profunda, ou realidade virtual)^{132,133} para o fortalecimento da musculatura respiratória. Pacientes com SD se beneficiam do treinamento muscular respiratório por minimizar futuras complicações respiratórias¹³².

Até o momento, há somente um estudo de caso sobre a atuação da fisioterapia no paciente com SD com CC durante internação hospitalar. Oliviera *et al.*¹³⁴, realizaram um estudo de caso de um paciente com SD do sexo masculino, de quatro meses com diagnóstico de CIV. O paciente recebeu nove sessões de fisioterapia com alongamento da musculatura respiratória, manobras de redirecionamento de fluxo e técnicas de remoção de secreções brônquicas, vibrocompressão, aumento do fluxo expiratório e estímulo da fúrcula. Foram quatro sessões no pré-cirúrgico e cinco no pós. Foram avaliadas a frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação de oxigênio antes e após a cirurgia, e foi observado que logo após a cirurgia os valores dessas variáveis estavam altos, porém, durante a primeira sessão de fisioterapia pós-operatória esses valores reduziam para o basal. O estudo conclui que obteve sucesso com o trabalho preventivo a infecções pulmonares realizado pela fisioterapia¹³⁴. Apesar de resultados positivos em iniciativas anteriores, mais estudos são necessários para comprovar a eficácia da IF nos pacientes com SD durante internação hospitalar.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a efetividade da intervenção fisioterapêutica pré-operatória associada à pós-operatória sobre as complicações pulmonares pós-operatórias em cirurgias cardíacas em crianças com SD.

3.1.1 Objetivos específicos

Comparar tempo de ventilação mecânica invasiva, tempo de internação em UTI e tempo de internação hospitalar total em crianças com SD que realizaram fisioterapia pré-operatória associada a pós-operatória em comparação às que realizaram somente fisioterapia pós-operatória de cirurgia cardíaca.

Comparar, entre os grupos, a presença de complicações pulmonares (pneumonia e atelectasia) associadas ao tempo de ventilação mecânica invasiva e o de internação em UTI.

Comparar o número de óbitos entre os dois grupos.

3.2 Hipótese Nula

Não haverá diferença entre a frequência de complicações pulmonares no grupo que receberá fisioterapia pré e pós-operatória em comparação com o grupo que receberá somente fisioterapia pós-operatória.

4 ARTIGO

Original Investigation

Effectiveness of a Preoperative Physical Therapy Intervention in the Incidence of Pulmonary Complications After Cardiac Surgery in Children With Down Syndrome

Preoperative Physiotherapy in Cardiac Down's Children

Juliana Fonseca Micheleti, MSc¹; Jefferson Rosa Cardoso, PhD²; Nilson Willamy Bastos de Souza Júnior, MSc¹; Josiane Marques Felcar, PhD^{1,2}.

1. UEL-UNOPAR Associate Graduate Program in Rehabilitation Sciences, State University of Londrina (UEL) / Pitágoras Unopar University (UNOPAR), Londrina, PR, Brazil.

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

Corresponding author: Josiane Marques Felcar. Mailing address: Robert Koch Av, 60 – Londrina, PR, Brazil. Zip code: 86.038-350. Phone: +55 43 33712490. E-mail: josianefelcar@uel.br

All authors have read and approved submission of the manuscript and the manuscript has not been published and is not being considered for publication elsewhere in whole or part in any language except as an abstract. All authors meet the 4 ICMJE criteria for authorship.

Key words: Pediatrics. Congenital heart diseases. Cardiac Surgical Procedures. Down's syndrome. Hospital Physiotherapy Service.

Sources of support: none

Conflicts of interest: none

Word count for the text-only portion of the manuscript: 2,959

Numbers of tables: 4

Number of figures: 1

Number of references: 60

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study was to evaluate the effectiveness of a preoperative physical therapy intervention (PTI) associated with the postoperative period in the incidence of postoperative pulmonary complications (PC) after cardiac surgery in children with Down Syndrome (DS).

Methods: Randomized clinical trial including children with DS aged between 0 and 6 years who underwent cardiac surgery to correct CHD. Patients were randomized into two groups: preoperative PTI associated with postoperative PTI (G1) and postoperative PTI only (G2). The diagnosis of PC was made by physicians, using radiological and clinical criteria, according to the Centers for Disease Control and Prevention. The Mann-Whitney and Chi-square tests were used to compare the variables between the groups. The absolute risk and number needed to treat were calculated. Statistical significance was set at 5%.

Results: Eighty patients were analyzed, 39 from G1 (15 [38%] male, age 5[3-14] months) and 41 from G2 (28 [68%], male, age 7[4-18] months). Patients in G1 had less PCs when compared to G2 ($P=0.036$). In addition, G1 patients spent less time in the ICU ($P=0.03$). The absolute risk reduction for a PC was 23.01% with a 95% CI [1.58-41.64], that is, patients in G1 were 23% less likely to develop PCs than patients in G2. The NNT was 4.4, 95% CI [2.0-6.3].

Conclusion: Preoperative PTI in patients with DS decreased the frequency and risk of complications in the postoperative period of cardiac surgery, as well as the length of stay in the ICU.

CONDENSED ABSTRACT

The aim was to evaluate the effectiveness of preoperative physical therapy intervention (PTI) in the incidence of postoperative pulmonary complications in cardiac surgery in children with Down Syndrome. Preoperative PTI decreased the frequency and risk of complications in the postoperative period, as well as the length of stay in the ICU.

KEY PERSPECTIVE

What is novel?

- The present study appears to be the first randomized clinical trial on the efficacy of pre and postoperative physical therapy intervention in children with Down Syndrome undergoing cardiac surgery.
- Pulmonary complications and other complications were significantly reduced in the group undergoing both preoperative and postoperative physical therapy intervention when compared to patients in the group undergoing only postoperative physical therapy intervention.
- Patients who underwent physical therapy intervention in both periods had a shorter length of stay in the intensive care unit.

What are the clinical and/or research implications?

- With a reduction in complications and shorter hospitalization time, not only patients will benefit from physical therapy intervention, but also the health system, as the interventions will generate less hospital costs.

- More studies should be carried out to determine the minimum number of sessions necessary to avoid complications in the postoperative period of cardiac surgery.

INTRODUCTION

Congenital heart disease (CHD) is an abnormality in the structure or function of the heart or intrathoracic great vessels, that actually or potentially leads to significant functional repercussions¹. CHD affects 9 to 10 children per 1,000 live births, i.e., approximately one case in 100 births².

The etiology of CHD is multifactorial and may arise through various combinations of environmental and genetic contributors and also through chromosomal alterations, with Down Syndrome (DS) being the most common alteration observed in patients with congenital heart diseases (CHDs)^{3,4}. Around 40% to 50% of patients with DS present a cardiac malformation⁵. The types of malformations most commonly associated with DS are atrioventricular septal defects (AVSD), atrial septal defects (ASD), and ventricular septal defects (VSD), corresponding to approximately 75% of cases⁶⁻⁸, followed by patent ductus arteriosus (PDA) and tetralogy of Fallot (TF)⁹.

Patients with DS are more likely to present pulmonary complications (PC) after surgery due to pre-existing conditions caused by the syndrome, such as hypotonia, anatomical tracheal changes, changes in pulmonary blood flow, and immune dysfunction, among others¹⁰⁻¹², along with other factors such as surgery time, cardiopulmonary bypass, and mechanical ventilation, which increase even further the chances of pulmonary and systemic complications in the postoperative period¹³⁻¹⁶.

The literature describes that physical therapy assistance is a strategy to reduce and prevent PC in the postoperative period of cardiac surgeries in both adults and children¹⁷⁻²¹, which should be performed immediately after the end of the surgery, when the patient arrives at the Intensive Care Unit (ICU)²². Physical therapy assistance includes secretion removal therapy, lung expansion techniques, decubitus change, early mobilization, non-invasive

ventilation (NIV) implementation, and early extubation^{23,24}. When considering physical therapy interventions (PTI) in patients with DS, the majority of studies address outpatient care, focusing on balance training, optimizing motor skills, psychomotor development, and improving peripheral and respiratory muscle strength, aiming at the autonomy and social inclusion of the patient²⁵⁻²⁹. However, in relation to the hospital environment, despite the predisposition of patients with DS to present a higher risk of PCs when undergoing surgery, the literature is very scarce regarding the effects of preoperative PTI associated with PTI in the postoperative period on complications in children with DS after cardiac surgery.

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of preoperative and postoperative PTI in the incidence of postoperative PC in children with DS who have undergone cardiac surgery.

METHODS

Participants

The study was carried out at the Holy Family Children's Hospital, in Londrina, Paraná and was approved by the Bioethics Commission of the Irmandade Santa Casa de Londrina and by the Bioethics Commission of the University Hospital of Londrina, as well as by the cardiac surgery service of the Hospital. Parents signed the consent form.

In total, 80 patients with DS, aged from zero to six years old, with CHD, who underwent cardiac surgery at the Holy Family Children's Hospital, for a period of four years, were included, providing additional results from a previous study³⁰. Patients with respiratory infection or atelectasis immediately prior to surgery, those who died during the surgical procedure or in the immediate postoperative period (48 hours), and patients whose parents refused to sign the informed consent form were excluded.

Outcome Measures

Randomization was performed in two steps: generation of random numbers (using a random number generator) and allocation concealment (using opaque and sealed envelopes). After the consent form had been signed, an envelope was opened containing the indication of which group the patient was allocated to (G1 or G2). The intervention group (G1) included patients who underwent the PTI during both the pre and postoperative periods, and the control group (G2) included patients who underwent the PTI only in the postoperative period. For the purpose of this study, CHD was classified into four groups: acyanotic with shunt, acyanotic without shunt, cyanotic, and complex³¹⁻³³. In cases where there were more than two defects, a relatively frequent situation, the anomaly responsible for the proven or presumed greater hemodynamic alteration was taken into account for classification purposes. The primary clinical outcome was the presence or absence of a PC (pneumonia and/or atelectasis) in patients with DS. Pneumonia and atelectasis diagnoses were made by a physician and confirmed by two other medical evaluators, using radiological and clinical criteria, as established by the Centers for Disease Control and Prevention (CDC)^{34,35}.

Interventions

After randomization, patients in G1 received PTI sessions pre and post-surgery, and patients in G2 received PTI sessions only after surgery. In the preoperative period, patients in G1 underwent a physical therapy assessment, and treatment with secretion removal and lung expansion techniques. In addition, parents, caregivers, and older patients (those who were able to cooperate and understand) were given guidance about the importance of physical therapy assistance. Patients underwent at least two preoperative PTI sessions.

The preoperative PTI was performed by the responsible researcher 24 to 48 hours before the surgery. The postoperative PTI was performed by the team of physical therapists of the unit. The team of physical therapists, the surgeon, and the medical team that followed up

the patients in the postoperative period did not know which patients had undergone physiotherapeutic assistance in the preoperative period. The assessment of primary clinical outcomes was masked to the researcher.

Postoperatively, the patients were reassessed and the PTI provided was the same in both groups, with emphasis on techniques for secretion removal, lung expansion techniques, and early mobilization. The following techniques were applied: postural positioning or drainage, mobilization, manual hyperinflation, vibration, aspiration, coughing, breathing, and limb exercises, in addition to early out-of-bed mobilization. In the postoperative period, there was no change in relation to the already established PTI routine, and the intervention was maintained until hospital discharge.

Statistical Analysis

Numerical variables (age, duration of the surgical procedure, duration of cardiopulmonary bypass, duration of aortic clamping, duration of mechanical ventilation, length of stay in the ICU, total length of stay, and number of postoperative PTI sessions) were evaluated for normal distribution by the Shapiro-Wilk test. These were presented as medians and their quartiles or mean and standard deviation (figures and tables). Categorical variables were presented as absolute and relative frequencies.

Comparisons of numerical variables between groups were performed by the Mann-Whitney test or unpaired t test, according to the data distribution. Association between PC and categorical variables was verified using univariate analysis by the chi-square test (with or without Yates correction) or Fisher's exact test.

In order to determine whether there was a difference in the risk of developing a PC between the groups, the absolute risk and its magnitude were calculated using the number needed to treat (NNT). The absolute risk reduction (ARR) was calculated by the difference in

risk (% of PC that were found) between the intervention group and the control group. The NNT was obtained by the inverse of the absolute risk reduction ($1/ARR$). A lower NNT value indicates that a relatively small number of patients need to be treated for the event of interest to occur³⁶. Statistical significance was set at 5% ($P \leq 0.05$). The SPSS program – Statistical Package for Social Science – (version 28) was used for the analyses. All analyses were performed by intention to treat.

RESULTS

During the study period, 86 patients with Down syndrome, 80 completed the study, 39 in the intervention group (G1), with patients who underwent the PTI in the pre and postoperative periods, and 41 in the control group (G2), with patients who underwent the physical therapy intervention only in the postoperative period. Figure 1 represents the algorithm progression of patients in the clinical trial.

The patients with DS included in the study were similar in age, diagnosis, and type of surgery. In the G2 group, the majority of patients were male. CHD was classified into four categories, acyanotic with shunt, acyanotic without shunt, cyanotic, and complex. None of the children were diagnosed with acyanotic without shunt or complex CHDs. More detailed data on sample characterization can be found in Table 1.

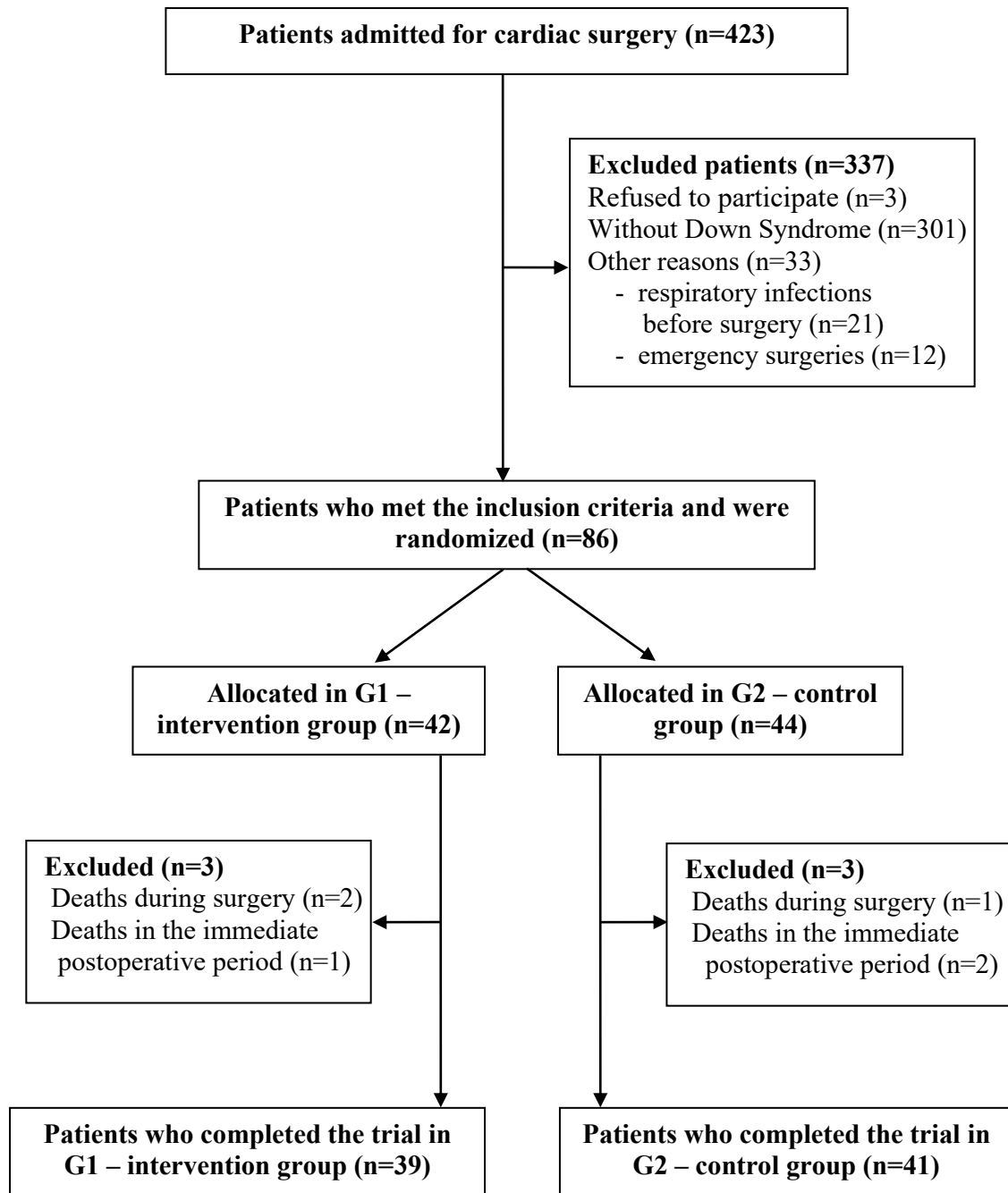


Figure 1 – Algorithm of patients' progression in the clinical trial.

TABLE 1. General characteristics of patients and intergroup comparison

Variable	ALL n=80	G1 n=39	G2 n=41	P
Sex (n;%)				0,014*
Male	43 (54)	15 (38)	28 (68)	
Female	37 (46)	24 (62)	13 (32)	
Age (months)	6 [3-15]	5 [3-14]	7 [4-18]	0,328
Age (categorical, n;%)				0,892
0 - 6 months	40 (50)	21 (53)	19 (47)	
6 - 12 months	17 (21)	7 (18)	10 (24)	
12 - 18 months	6 (7)	3 (8)	3 (7)	
18 - 24 months	5 (6)	3 (8)	2 (5)	
More than 24 months	12 (15)	5 (13)	7 (17)	
Diagnosis (n;%)				0,941
Acyanotic with Shunt	72 (90)	35 (90)	37 (90)	
Cyanotic	8 (10)	4 (10)	4 (10)	
Type of surgery (n;%)				0,422
Palliative treatment	1 (1)	0 (0)	1 (2)	
Septoplasty	41 (51)	18 (46)	23 (55)	
Ductus arteriosus ligation	11 (14)	8 (20)	3 (8)	
Complete TF correction	6 (8)	3 (8)	3 (8)	
Others	21 (26)	10 (26)	11 (27)	

G1: pre and postoperative physical therapy intervention group; G2: postoperative physical therapy intervention group only; TF: Tetralogy of Fallot. Categorical data described in absolute and relative frequency; numerical data described as median [interquartile range 25-75%] or mean \pm standard deviation. * $P \leq 0.05$.

In the intergroup comparisons, there was a statistical difference in the ICU length of stay, with the longest time for G2 (table 2).

TABLE 2. Hospital and surgical information

Variable	ALL n=80	G1 n=39	G2 n=41	P
MV time (hours)	36 [13-168]	24 [9-96]	72 [24-244]	0,055
ICU time (days)	8 [4-19]	6 [3-15]	12 [7-19]	0,030*
Total length of stay (days)	15 [8-28]	14 [7-33]	16 [10-22]	0,237
Surgery time (minutes)	133 [93-165]	135 [100-190]	130 [90-151]	0,357
CPB use (n;%)	61 (76)	27 (69)	34 (82)	0,288
CPB time (minutes)	54 [38-82]	45 [33-75]	57 [40-85]	0,274

G1: pre and postoperative physical therapy intervention group; G2: postoperative physical therapy intervention group only; MV: mechanical ventilation; ICU: intensive care unit; CPB: cardiopulmonary bypass. Categorical data described in absolute and relative frequency; numerical data described as median [interquartile range 25-75%] or mean \pm standard deviation. * $P \leq 0.05$.

The majority of the patients had no other disease associated with the syndrome, besides the heart disease. In this sample, pulmonary hypertension was found in only 9 (11%) patients; 7 (18%) in the G1 group and 2 (5%) in the G2 group. Considering pulmonary flow, most patients had pulmonary hyperflow 72 (90%), followed by pulmonary hypoflow 8 (10%). There were no patients with normal pulmonary flow in the sample. G1 patients had a median number of preoperative PTI sessions of 2 [2-4]. The median number of postoperative PTI sessions was 15 [8-31] in G1, and 19 [11-29] in G2. Overall, 6 (7%) patients in the sample died; 3 (8%) patients from the G1 group and 3 (7%) patients from the G2 group.

Regarding postoperative PC, there was an association between PC and the group that performed or did not perform PTI in the preoperative period, being significantly more frequent in the G2 group (Table 3).

TABLE 3. Comparison between groups and pulmonary complications

Variable	G1 n=39	G2 n=41	P
Pulmonary complication (n; %)			
Yes	11 (28)	20 (49)	0,036*
No	28 (72)	21 (51)	
Pulmonary Complication			
Pneumonia	n=11 5 (46)	n=20 12 (57)	0,371
Atelectasis	3 (27)	6 (28)	
Pneumonia + atelectasis	3 (27)	3 (15)	

G1: pre and postoperative physical therapy intervention group; G2: physiotherapeutic intervention group only postoperatively. Categorical data described in absolute and relative frequency. *Chi-square test, with a value of $P \leq 0.05$.

The same occurred when other complications were analyzed (Table 4). The absolute risk reduction for the primary outcome was 23.01% with a 95% CI [1.58-41.64], that is, patients in G1 were 23% less likely to develop PCs than patients in G2. The NNT was 4.4, 95% CI [2.0-6.3].

TABLE 4. Comparison between groups and other complications

Variable	G1 n=39	G2 n=41	P
Other complications (n; %)			
Yes	15 (39)	28 (68)	$P=0,014^*$
No	24 (61)	13 (32)	
Other complications (n; %)			
Pleural effusion	n=15 2 (13)	n=28 6 (21)	$P=0,365$
Pneumothorax	2 (13)	0 (0)	
Pulmonary hypertension	1 (7)	1 (4)	
Sepsis	3 (20)	5 (18)	
Diaphragmatic paralysis	1 (7)	1 (4)	
Others	6 (40)	15 (53)	

G1: pre and postoperative physical therapy intervention group; G2: physiotherapeutic intervention group only postoperatively. Categorical data described in absolute and relative frequency. *Chi-square test, with a value of $P \leq 0.05$.

DISCUSSION

The present study evaluated the effects of preoperative PTI associated with postoperative PTI in children with DS after cardiac surgery. PC and other complications were significantly reduced in the group undergoing both preoperative and postoperative PTI when compared to patients in the group undergoing only postoperative PTI. In addition, patients who underwent PTI in both periods had a shorter length of stay in the ICU.

Cardiac malformations are present in 40% to 50% of patients with DS, with AVSD being the most common heart disease in this population⁷, followed by VSD, ASD, PDA, and TF^{7,8,37}. In the present study, 90% of the patients had acyanotic CHD with shunt, with AVSD being the most frequent, followed by VSD, ASD, and PDA. Only 10% had cyanotic CHD, with TF being the most frequent, corroborating the findings in the literature on the prevalence of CHD in patients with DS^{7,8,37}.

In our sample, the majority of patients in the G2 group were male. Regarding sex, there is still no consensus in the literature, with some studies pointing to a greater male predominance in DS patients with CHD^{8,38}, while others point to a large number of female patients^{39,40}. However, studies cite that female children with DS have excess adiposity, along with lower lean mass, especially at the trunk level and this factor leads to an increased risk for heart condition worsening^{41,42}. Other studies point out that female patients with DS have lower respiratory muscle strength, evaluated by the manovacuometer, when compared to male patients^{43,44} and also report that female patients with DS associated with CHD have a lower survival rate, due to a higher risk for cardiorespiratory complications⁴⁵. In the present study, there was no difference in terms of complications and number of deaths between females and males ($P=0.461$ and $P=0.528$ respectively).

According to the I Brazilian Recommendations on Respiratory Physiotherapy in Pediatric and Neonatal Intensive Care Units⁴⁶, the role of the physical therapist is fundamental in the ICU, taking into consideration the prevention of functional kinetic changes as well as the improvement in the cardiorespiratory issues related to the hospitalization process or surgical interventions⁴⁶. Studies have already demonstrated the effectiveness of pulmonary PTI in the postoperative period of cardiac surgery in children with CHD, leading to optimized respiratory mechanics, improved oxygenation and ventilation/perfusion ratio, therefore reducing respiratory complications^{17,19,20,47}. However, the addition of PTI in the preoperative period proved to be effective in reducing complications such as atelectasis and pneumonia, as well as other associated complications, as demonstrated in the study by Felcar *et al.*³⁰, where pediatric patients who underwent pre and postoperative PTI presented significantly reduced pulmonary and other complications when compared with patients who underwent PTI only after surgery. The findings of the present study, although considering only patients with DS, corroborate these results³⁰.

João *et al.*⁴⁸ state that respiratory therapy initiated immediately after patient arrival at the ICU contributes to the maintenance of adequate ventilation and acts effectively in atelectasis prevention, which culminates in extubation success. The authors also state that after extubation, PTI is indicated to promote airway clearance, as, after surgery, even a small amount of secretion is enough to cause bronchial obstruction and lead to atelectasis in children⁴⁸. Kavanagh *et al.*²⁴ report that the treatment for atelectasis consists of PTI, with lung expansion and secretion removal techniques, change of decubitus, mainly to a sitting position, and use of non-invasive positive pressure²⁴.

Regarding PTI in patients with DS, the majority of studies show the role of the physical therapist during outpatient care^{25,28}. Only one case study was found regarding the role of PTI in patients with DS and CHD during the hospitalization period. Oliveira *et al.*⁴⁹

performed a case study of a four-month-old male DS patient diagnosed with VSD. The patient received nine PTI sessions that included respiratory muscle stretching, flow redirection maneuvers, and secretion removal techniques - vibrocompression, increased expiratory flow, and suprasternal stimulation. Overall, four pre-surgical sessions and five post-surgical sessions were performed. Heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation were evaluated before and after surgery, and the findings showed that immediately after surgery the patient had altered values of these variables, however, during the first postoperative PTI session these values returned to basal levels. The study concluded that the preventive work for pulmonary infections carried out by physical therapy was successful⁴⁹.

It is known that patients with DS, regardless of whether they have associated heart disease or not, already present respiratory tract infections more frequently than patients without the syndrome. Several factors contribute to airway problems, the main ones being: immune dysfunction, hypotonia, obesity, subglottic and tracheal stenosis, tracheobronchomalacia, pulmonary hypoplasia, gastroesophageal reflux, and increased pulmonary secretions.¹⁰⁻¹².

In addition to the predisposition of the individual with DS to present respiratory complications, cardiac surgery itself includes other factors that can favor the development of complications for patients, such as the duration of cardiopulmonary bypass (CPB) and mechanical ventilation (MV) and the length of hospital stay. According to Cavenaghi *et al.*⁵⁰, the most common complications in the postoperative period of CHDs are atelectasis and pneumonia, as in the present study.

It is known that MV-associated pneumonia is directly related to staying on MV for more than 48 hours⁵¹. Therefore, early extubation in the postoperative period of cardiac surgery is almost certainly associated with PC reduction⁵². In the current study, although MV

time was not statistically significant, it was shorter in G1: 24 h [9-96] compared to G2: 72 h [24-244] ($P=0.055$).

Regarding ICU time, in the present study, the group that had less complications remained a median of 6 [3-15] days in the ICU. However, in the literature, there is still no consensus on what is considered a prolonged length of stay in the ICU, which may vary between 3⁵³, 7⁵⁴, 10, and 15 days⁵⁵. According to the Brazilian Ministry of Health, nosocomial infections are those acquired after patient admission and are manifested from 72 hours after admission⁵⁶. The risk of infection is related to several factors, with the respiratory tract being the main site of infection⁵⁷.

Considering these factors, PTI initiated on the first day after ICU arrival, contributes to adequate ventilation and extubation success, as well as reducing hospital stay^{22,47}. The present study is in accordance with the aforementioned information and patients who underwent both preoperative and postoperative PTI had fewer respiratory complications and, therefore, a shorter ICU stay.

Regarding PCs, in the current study, the NNT was 4.4, which means in every four to five patients who underwent preoperative PTI, PCs were prevented in one of them. The NNT demonstrates the magnitude of the absolute risk reduction and allows evaluation of the benefits of preventing an event in a subject against the costs and risks of a given therapy.

PTI before and after cardiac surgery in patients with DS favored PC reduction, in addition to other complications and ICU length of stay reduction, which leads to a reduction in health costs in general. Studies have already shown that PTI in DS patients with or without heart disease is essential, as it helps to strengthen the respiratory and peripheral muscles, besides motor coordination and balance development^{25,26}. However, there are still few studies on PTI in DS patients during the hospitalization period for cardiac surgery. Therefore, more studies related to the topic are necessary.

As a strength, the present study appears to be the first randomized clinical trial on the efficacy of pre and postoperative PTI in children with DS undergoing cardiac surgery. With a reduction in complications and shorter hospitalization time, not only patients will benefit from PTI, but also the health system, as it will generate less hospital costs.

A limitation of this study resides in the impossibility of hospitalizing the children beforehand due to the risk of infection and increased costs, which limited the number of sessions of PTI that could be performed in the preoperative period^{58,59}. However, other authors obtained good results with only a few sessions^{30,60}, and the DS patients in the current study also showed satisfactory results after a limited number of sessions. More studies should be carried out to determine the minimum number of sessions necessary to avoid complications in the postoperative period of cardiac surgery.

CONCLUSION

In patients with DS undergoing cardiac surgery, there was a lower incidence of PC and other complications in the group that underwent PTI before and after surgery compared to those who underwent PTI only postoperatively. In addition, patients who underwent preoperative PTI spent less time in the ICU.

ACKNOWLEDGMENTS

To Dr. José Carlos dos Santos Guitti, pediatric clinical cardiologist, for classifying the congenital heart diseases of patients.

To Dr. Gualter Sebastião Pinheiro Jr., cardiac surgeon, for your kindness in referring your patients to this research.

To the physiotherapy team who contributed a lot to the realization of this research.

REFERENCES

1. Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital Heart Disease in 56,109 Births Incidence and Natural History. *Circulation*. 1971;43(3):323-232.
2. Malta DC, Duarte EC. Avoidable causes of infant mortality in Brazil, 1997- 2006: contributions to performance evaluation of the Unified National Health System. *Reports Public Health*. 2010;26(3):481-491.
3. Sun R, Liu M, Lu L, Zheng Y, Zhang P. Congenital Heart Disease: Causes, Diagnosis, Symptoms, and Treatments. *Cell Biochem Biophys*. 2015;72(3):857-860.
4. Blue GM, Kirk EP, Sholler GF, Harvey RP, Winlaw DS. Congenital heart disease: Current knowledge about causes and inheritance. *Med J Aust*. 2012;197(3):155-159.
5. Bermudez BE, Medeiros SL, Bermudez MB, Novadzki IM, Magdalena NI. Down Syndrome: Prevalence and distribution of congenital heart disease in Brazil. *Sao Paulo Med J*. 2015;133(6):521-524.
6. Paladini D, Tartaglione A, Agangi A, Teodoro A, Forleo F, Borghese A, et al. The association between congenital heart disease and Down syndrome in prenatal life. *Ultrasound Obs Gynecol*. 2000;15:104-108.
7. Pfitzer C, Helm PC, Rosenthal LM, Berger F, Bauer UMM, Schmitt KR. Dynamics in prevalence of Down syndrome in children with congenital heart disease. *Eur J Pediatr*. 2018;177(1):107-115.
8. Doná TC, Lawin B, Maturana C, Felcar JM. Characteristics and Prevalence of Congenital Heart Disease in Children with Down Syndrome Undergoing Cardiac Surgery in a North of Parana Hospital Thayse. *Rev Equilibrio Corpor Saude*. 2015;7(1):11-16.
9. Pfitzer C, Helm PC, Rosenthal LM, Berger F, Bauer UM, Schmitt KR. Dynamics in

- prevalence of Down syndrome in children with congenital heart disease. *Eur J Pediatr*. 2018;177(1):107-115.
10. Soares JA, Barboza MAI, Croti UA, Foss MHD, Moscardini AC. Respiratory disorders in children with Down syndrome. *Arq Ciênc Saúde*. 2005;11(4):230-233.
 11. Hamilton J, Yaneza MMC, Clement WA, Kubba H. The prevalence of airway problems in children with Down's syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;81:1-4.
 12. Araya P, Waugh KA, Sullivan KD, Núñez NG, Roselli E, Smith, Keith P, et al. Trisomy 21 dysregulates T cell lineages toward an autoimmunity-prone state associated with interferon hyperactivity. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2019;116(48):24231-24241.
 13. Agha H, Heinady FE, Falaky ME, Sobih A. Pulmonary functions before and after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Cardiol*. 2014;35(3):542-549.
 14. Borges DL, Sousa LRT, Silva RT, Gomes HC da R, Ferreira FMM, Lima WL, et al. Pulmonary complications in pediatric cardiac surgery at a university hospital. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2010;25(2):234-237.
 15. Smith BK, Bleiweis MS, Neel CR, D MA. Inspiratory muscle strength training in infants with congenital heart disease and prolonged mechanical ventilation: A case report. *Phys Ther*. 2013;93(2):229-236.
 16. Zilberberg MD, Luippold RS, Sulsky S, Shorr AF. Prolonged acute mechanical ventilation, hospital resource utilization, and mortality in the United States. *Crit Care Med*. 2008;36(3):724-730.
 17. Araujo ASG, Klamt JG, Vicente WV de A, Garcia LV. Pain and cardiorespiratory responses of children during physiotherapy after heart surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2014;29(2):163-166.
 18. Silva MEM, Feuser MR, Silva MP, Uhlig S, Parazzi LP, Rosa GJ, et al. Pediatric

- cardiac surgery: what to expect from physiotherapeutic intervention? *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2011;26(2):264.
19. Cavenaghi S, Ferreira LL, Marino LHC, Lamari NM. Respiratory physiotherapy in the pre and postoperative myocardial revascularization surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2011;26(3):455-461.
 20. Assumpção MS, Gonçalves RM, Krygierowicz LC, Orlando ACT, Schivinski CIS. Manual vibrocompression and nasotracheal suctioning in post-operative period of infants with heart deffects. *Rev Paul Pediatr*. 2013;31(4):507-515.
 21. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB. Respiratory physiotherapy in the pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2008;23(4):562-569.
 22. João PRD, Faria Junior F. Immediate post-operative care following cardiac surgery. *J Pediatr (Rio J)*. 2003;79(4):213-222.
 23. Beningfield A, Jones A. Peri-operative chest physiotherapy for paediatric cardiac patients: a systematic review and meta-analysis. *Physiother (United Kingdom)*. 2018;104(3):251-263.
 24. Kavanagh BP. Perioperative atelectasis. *Minerva Anesthesiol*. 2008;74(6):285-7.
 25. Santos CC, Rodrigues JR, Ramos JL. The action of physiotherapy in children with down syndrome. *Rev JRG Estud Acadêmicos*. 2021;4(9):79-85.
 26. Ruiz-González L, Lucena-Antón D, Salazar A, Martín-Valero R, Moral-Munoz JA. Physical therapy in Down syndrome: systematic review and meta-analysis. *J Intellect Disabil Res*. 2019;63(8):1041-1067.
 27. Torquato JA, Lança AF, Pereira D, Carvalho FG, Silva RD da. The acquisition of motor skills in children with Down syndrome who perform physical therapy or practice hippotherapy. *Fisioter em Mov*. 2013;26(3):515-525.
 28. Shields N. Physiotherapy management of Down syndrome. *J Physiother*.

- 2021;67(4):243-251.
29. Mohamed RA, Mohamed ESH, Habshy SM, Aly SM. Impact of two different pulmonary rehabilitation methods in children with down syndrome. *J Bodyw Mov Ther.* 2021;27:512-521.
 30. Felcar JM, Guitti JCDS, Marson AC, Cardoso JR. Preoperative physiotherapy in prevention of pulmonary complications in pediatric cardiac surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg.* 2008;23(3):383-388.
 31. Gimenez S, Teixeira ML, Myashiro R, Carmona MJC, Auler JOC, Malbouisson LMS. Computed tomography in pulmonary evaluation of children with acyanotic congenital heart defect and pulmonary hyperflow. *Rev Bras Anesthesiol.* 2009;59(5):545-557.
 32. Atik E. Complex heart diseases. From concept to evolution. *Arq Bras Cardiol.* 1996;67(6):369-371.
 33. Correia M, Fortunato F, Martins D, Teixeira A, Nogueira G, Menezes I, et al. Complex Congenital Heart Disease: The Influence of Prenatal Diagnosis. *Acta Med Port.* 2015;28(2):158-163.
 34. Cardoso D, Horona T, Andrus M, Dembinski M, Peavy G, Tolson J, et al. National nosocomial infections Surveillance (NNIS) system report, data summary from january 1992 through june 2004, issued October 2004. *Am J Infect Control.* 2004;32(8):470-485.
 35. Feijó RDF, Coutinho AP. Prevention of nosocomial respiratory tract infections. 2.ed *São Paulo Assoc Paul Estud e Control Infecção Hosp.* 2005;
 36. Herbert RD. How to estimate treatment effects from reports of clinical trials. II: Dichotomous outcomes. *Aust J Physiother.* 2000;46(4):309-313.
 37. Benhaourech S, Drighil A, El Hammiri A. Congenital heart disease and down syndrome: Various aspects of a confirmed association. *Cardiovasc J Afr.*

- 2016;27(5):287-290.
38. Freeman SB, Bean LH, Allen EG, Tinker SW, Locke AE, Druschel C, et al. Ethnicity, sex, and the incidence of congenital heart defects: A report from the National Down Syndrome Project. *Genet Med*. 2008;10(3):173-180.
 39. Diogenes TCP, Mourato FA, de Lima Filho JL, Mattos S da S. Gender differences in the prevalence of congenital heart disease in Down's syndrome: A brief meta-analysis. *BMC Med Genet*. 2017;18(1):1-5.
 40. Mourato FA, Villachan LRR, Mattos S da S. prevalence and profile of congenital heart disease and pulmonary hypertension in Down syndrome in a pediatric cardiology service. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(2):159-163.
 41. Baptista F, Varela A. Bone mineral mass in males and females with and without Down syndrome. *Osteoporos Int*. 2005;16(4):380-388.
 42. González-Agüero A, Ara I, Moreno L. Fat and lean masses in youths with Down syndrome: Gender differences. *Res Dev Disabil*. 2011;32(5):1685-1693.
 43. Silva PC, Valadares DY. Assesment of respiratory muscle strength in individuals with Down Syndrome. *Conex Ciência Rev UNIFOR-MG*. 2014;9(2):24-37.
 44. Oliveira AS, Souza AT, Holanda RCA, Soares FO. Comparative pneumofuncional study among children with down syndrome and no bearers of syndrome. *Rev Inspirar – Mov e saúde*. 2014;6(4):16-21.
 45. Figueroa J, Magaña B, Hach J. Heart malformations in children with down syndrome. *Rev Española Cardiol*. 2003;56(9):894-899.
 46. Johnston C, Zanetti NM, Comaru T, Ribeiro SN, Andrade LB, Santos SLL. I Brazilian guidelines for respiratory physiotherapy in pediatric and neonatal intensive care units. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(2):119-129.
 47. Silva MEM, Feuser MR, Silva MP, Uhlig S, Parazzi PLF, Rosa GJ, et al. Pediatric

- cardiac surgery: what to expect from physiotherapeutic intervention? *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2011;26(2):264-272.
48. João PRD, Junior FF. Immediate post-operative care following cardiac surgery. *J Pediatr (Rio J)*. 2003;79(2):213-222.
49. Oliveira TP, Tonon SC. Hospital physiotherapeutic treatment in a child with down syndrome and congenital heart disease. a case study. *Rev Digit - Buenos Aires*. 2009;14(136).
50. Cavenaghi S, Moura SCG, Silva TH, Venturinelli TD, Marino LHC, Lamari NM. Importance of pre- and postoperative physiotherapy in pediatric cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(3):397-400.
51. Pereira CA, Carvalho CRR, Silva JLP, Dalcomo MP, Messeder OH. Consenso Brasileiro de Pneumonias em Indivíduos Adultos Imunocompetentes: Parte II – Pneumonia nosocomial. *J Pneumol*. 1998;27(1):22-41.
52. Li Y, Jia Y, Wang H, Wu X, Li S, Yuan S, et al. Early extubation is associated with improved outcomes after complete surgical repair of pulmonary atresia with ventricular septal defect and hypoplastic pulmonary arteries in pediatric patients. *J Cardiothorac Surg*. 2021;(16):31.
53. Pena FM, Soares JS, Peixoto RS, Pires Júnior HR, Paiva BTC, Moraes FVD, et al. Analysis of specific pre-operative model to valve surgery and relationship with the length of stay in intensive care unit. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;22(4):339-345.
54. Ramos SM, Vaceli JVS, Cavenaghi OM, Mello JRC, Brito MVC, Fernandes MJ, et al. Association between functionality and length of stay of critical ICU patients. *Fisioter Bras*. 2021;22(2):120-131.
55. Pato MF, Gelape CL, Cassiano TJ, Carvalho A, Cintra PR, Passaglia LG, et al. Determinants of prolonged length of hospital stay after cardiac surgery: impact of

- rheumatic heart disease. *Med Express*. 2015;2(3):1-8.
56. Ministério da Saúde. Brasil. *Diário Of Brasília*. Portaria n. 2.616, 12 de maio de 1998.
57. David CMN. Infection in the critically ill patient. *Med Ribeirao Preto*. 1998;31(3):337.
58. Barcellos RA, Greve IH, Candaten AE, Moretti MMS, Haas JS, Soares LJR, et al. Analysis of hospitalization costs of patients receiving invasive mechanical ventilation and associated factors. *Clin Biomed Res*. 2012;34(12):128-139.
59. Silva PL, Damasceno RF. Hospital infections in patients undergoing cardiac surgery: a review of the incidence of post-surgery risk factors. *J Manag Prim Heal Care*. 2020;12(7):1-22.
60. Leguisamo CP, Kalil RAK, Furlani AP. Efficacy of a preoperative physiotherapeutic approach in myocardial revascularization. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2005;20(2):134-141.

CONCLUSÃO GERAL

O presente estudo evidencia que a IF pré-operatória associada à pós-operatória nos pacientes com SD diminuiu a frequência e o risco de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgias cardíacas pediátricas, em comparação com a IF apenas no pós-operatório. Além disso, os pacientes que foram submetido à IF pré-operatória permaneceram menos de internação tempo em UTI.

Como o paciente com SD tem mais tendência a apresentar complicações no pós-operatório devido a sua predisposição fisiológica, os achados desse estudo mostram a importância da IF no pré e pós-operatório destes pacientes e podem favorecer sua implementação nos serviços de saúde onde são realizadas cirurgias cardíacas, possibilitando que os pacientes apresentem menos complicação pulmonar e reduzam o tempo de internação com consequente redução dos custos hospitalares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Malta DC, Duarte EC, Escalante JJC, Almeida MF de, Sardinha LMV, Macário EM, et al. Mortes evitáveis em menores de um ano, Brasil, 1997 a 2006: contribuições para a avaliação de desempenho do Sistema Único de Saúde. *Cad Saude Publica*. 2010;26(3):481–91.
2. Liu Y, Chen S, Zühlke L. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970-2017: Updated systematic review and meta-analysis of 260 studies. *Int J Epidemiol*. 2019;48(2):455–63.
3. Mitchell S, Korones S, Berendes H. Congenital Heart Disease in 56,109 Births Incidence and Natural History. *Circulation*. 1971;43(3):323–32.
4. Gimenez S, Teixeira ML, Myashiro R. Computed Tomography in Pulmonary Evaluation of Children with Acyanotic Congenital Heart Defect and Pulmonary Hyperflow. *Rev Bras Anesthesiol*. 2009;59(5):545–57.
5. Goraieb L, Croti UA, Orrico SRP. Changes in Pulmonary Function after surgical treatment of Congenital Heart Disease with Pulmonary Hyperflow. *Arq Bras Cardiol*. 2008;91(2):77–84.
6. Atik E. Cardiopatias complexas. Do conceito à evolução. *Arq Bras Cardiol*. 1996;67(6):369–71.
7. Correia M, Fortunato F, Martins D. Complex Congenital Heart Disease: The Influence of Prenatal Diagnosis Marta. 2015;28(2):158–63.
8. Hoffman JIE, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(12):1890–900.
9. Sun RR, Liu M, Lu L. Congenital Heart Disease: Causes, Diagnosis, Symptoms, and Treatments. *Cell Biochem Biophys*. 2015;72(3):857–60.
10. Blue GM, Kirk EP, Sholler GF. Congenital heart disease: Current knowledge about causes and inheritance. *Med J Aust*. 2012;197(3):155–9.
11. Bermudez BEBV, Medeiros SL, Bermudez MB, Novadzki IM, Magdalena NIR. Síndrome de Down: Prevalência e distribuição de cardiopatia congênita no Brasil. *Sao Paulo Med J*. 2015;133(6):521–4.
12. Paladini D, Tartaglione A, Agangi A, Teodoro A, Forleo F, Borghese A, et al. The association between congenital heart disease and Down syndrome in prenatal life. Vol. 15, *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2000.
13. Pfitzer C, Helm PC, Rosenthal LM, Berger F, Bauer UMM, Schmitt KR.

- Dynamics in prevalence of Down syndrome in children with congenital heart disease. *Eur J Pediatr*. 2018;177(1):107–15.
14. Doná TC, Lawin B, Maturana C, Felcar JM. Características e Prevalência de Cardiopatias Congênitas em Crianças com Síndrome de Down Submetidas à Cirurgia Cardíaca em um Hospital na Região Norte do Paraná. *Rev Equilíbrio Corpor Saúde*. 2015;7(1):11–6.
 15. Pinto Júnior VC, Daher CV, Sallum FS, Jatene MB, Croti UA. Situação das cirurgias cardíacas congênitas no Brasil. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2004;19(2):2000–3.
 16. Greenwood R, Nadas A. The Clinical Course of Cardiac Disease in Down's Syndrome. *Pediatrics*. 1976;58(6):893–7.
 17. Benhaourech S, Drighil A, El Hammiri A. Congenital heart disease and down syndrome: Various aspects of a confirmed association. *Cardiovasc J Afr*. 2016;27(5):287–90.
 18. Dias FMA, Cordeiro S, Menezes I, Nogueira G, Teixeira A, Marques M, et al. Congenital heart disease in children with down syndrome: What has changed in the last three decades? *Acta Med Port*. 2016;29(10):613–20.
 19. Soares JA, Barboza MAI, Croti UA. Respiratory disorders in children with Down syndrome. *Arq Ciênc Saúde*. 2005;11(4):230–3.
 20. Hamilton J, Yaneza MMC, Clement WA. The prevalence of airway problems in children with Down's syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;81:1–4.
 21. Araya P, Waugh KA, Sullivan KD, Núñez NG, Roselli E, Smith KP, et al. Trisomy 21 dysregulates T cell lineages toward an autoimmunity-prone state associated with interferon hyperactivity. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2019;116(48):24231–41.
 22. Agha H, Heinady FE, Falaky ME, Sobih A. Pulmonary functions before and after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Cardiol*. 2014;35(3):542–9.
 23. Borges DL, Sousa LRT, Silva RT, Gomes HC da R, Ferreira FMM, Lima WL, et al. Pulmonary complications in pediatric cardiac surgery at a university hospital. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2010;25(2):234–7.
 24. Smith BK, Bleiweis MS, Neel CR, Daniel A. Inspiratory muscle strength training in infants with congenital heart disease and prolonged mechanical ventilation: A case report. *Phys Ther*. 2013;93(2):229–36.
 25. Zilberberg MD, Luippold RS, Sulsky S, Shorr AF. Prolonged acute mechanical

- ventilation, hospital resource utilization, and mortality in the United States. *Crit Care Med*. 2008;36(3):724–30.
26. Araujo ASG, Klamt JG, Vicente WV de A, Garcia LV. Pain and cardiorespiratory responses of children during physiotherapy after heart surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2014;29(2):163–6.
 27. Silva MEM da, Feuser MR, Silva MP, Uhlig S. Pediatric cardiac surgery: what to expect from physiotherapeutic intervention? *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2011;26(2):264.
 28. Cavenaghi S, Ferreira LL, Marino LHC, Lamari NM. Respiratory physiotherapy in the pre and postoperative myocardial revascularization surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2011;26(3):455–61.
 29. Assumpção MS, Gonçalves RM, Krygierowicz LC, Orlando ACT, Schivinski CIS. Manual vibrocompression and nasotracheal suctioning in post-operative period of infants with heart defects. *Rev Paul Pediatr*. 2013;31(4):507–15.
 30. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB. Respiratory physiotherapy in the pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2008;23(4):562–9.
 31. João PRD, Faria Junior F. Cuidados imediatos no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *J Pediatr (Rio J)*. 2003;79:S213–22.
 32. Beningfield A, Jones A. Peri-operative chest physiotherapy for paediatric cardiac patients: a systematic review and meta-analysis. *Physiother (United Kingdom)*. 2018;104(3):251–63.
 33. Kavanagh BP. Perioperative atelectasis. *Minerva Anesthesiol*. 2008;74(6):285–7.
 34. Santos CC, Rodrigues JR RJ. A atuação da fisioterapia em crianças com Síndrome Down. *Rev JRG Estud Acadêmicos*. 2021;4(9):79–85.
 35. Ruiz-González L, Lucena-Antón D, Salazar A. Physical therapy in Down syndrome: systematic review and meta-analysis. *J Intellect Disabil Res*. 2019;63(8):1041–67.
 36. Torquato JA, Lança AF, Pereira D, Carvalho FG, Silva RD da. A aquisição da motricidade em crianças portadoras de Síndrome de Down que realizam fisioterapia ou praticam equoterapia. *Fisioter em Mov*. 2013;26(3):515–25.
 37. Shields N. Physiotherapy management of Down syndrome. *J Physiother*. 2021;67(4):243–51.

38. Mohamed RA, Mohamed ESH, Habschy SM, Aly SM. Impact of two different pulmonary rehabilitation methods in children with down syndrome. *J Bodyw Mov Ther.* 2021;27:512–21.
39. Haugen G, Kiserud T, Godfrey K, Crozier S. Portal and umbilical venous blood supply to the liver in the human fetus near term. *Ultrasound Obs Gynecol.* 2004;24:599–605.
40. Mielke G, Benda N. Cardiac output and central distribution of blood flow in the human fetus. *Circulation.* 2001;103(12):1662–8.
41. Gürses C, Karadağ B, İsenlik BS. Normal variants of ductus venosus spectral Doppler flow patterns in normal pregnancies. *J Matern Neonatal Med.* 2020;33(8):1288–94.
42. Kiserud T, Rasmussen S. Ultrasound assessment of the fetal foramen ovale. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;17(2):119–24.
43. Mielke G, Benda N. Blood flow velocity waveforms of the fetal pulmonary artery and the ductus arteriosus: Reference ranges from 13 weeks to term. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000;15(3):213–8.
44. Kiserud T, Rasmussen S, Skulstad S. Blood flow and the degree of shunting through the ductus venosus in the human fetus. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182(1):147–53.
45. Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas HG, Hellevik LR. Foramen ovale: an ultrasonographic study of its relation to the inferior vena cava, ductus venosus and hepatic veins. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1992;2(6):389–96.
46. Finnemore A, Groves A. Physiology of the fetal and transitional circulation. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2015;20(4):210–6.
47. Hillman NH, Kallapur SG, Jobe AH. Physiology of transition from intrauterine to extrauterine life. *Clin Perinatol.* 2012;39(4):769–83.
48. Morton SU, Brodsky D. Fetal Physiology and the Transition to Extrauterine Life. *Clin Perinatol.* 2016;43(3):395–407.
49. Born D. 8. Cardiopatia congênita. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(6):130–2.
50. Bradley EA, Zaidi AN. Atrial Septal Defect. *Cardiol Clin.* 2020;38(3):317–24.
51. Ho SY, Mccarthy KP, Rigby ML. Morphology of perimembranous ventricular septal defects: Implications for transcatheter device closure. *J Interv Cardiol.* 2004;17(2):99–108.
52. Anderson RH, Wessels A, Vettukattil JJ. Morphology and Morphogenesis of

- Atrioventricular Septal Defect With Common Atrioventricular Junction. *World J Pediatr Congenit Hear Surg*. 2010;1(1):59–67.
53. Taqatqa AS, Vettukattil JJ. Atrioventricular Septal Defects: Pathology, Imaging, and Treatment Options. *Curr Cardiol Rep*. 2021;23(8):2–11.
 54. Thapar MK, Rao PS, Rogers JH, Moore HV, Strong WB. Changing murmur of patent ductus arteriosus. *J Pediatr*. 1978;92(6):939–41.
 55. Kenny D, Hijazi ZM. Coarctation of the aorta: From fetal life to adulthood Damien. *Cardiol J*. 2007;18(5):487–95.
 56. Otto CM, Prendergast B. Aortic-Valve Stenosis — From Patients at Risk to Severe Valve Obstruction. *N Engl J Med*. 2014;371(8):744–56.
 57. Vida VL, Rito M Lo, Zucchetta F, Biffanti R. Pulmonary artery branch stenosis in patients with congenital heart disease. *J Card Surg*. 2013;28(4):439–45.
 58. Bedair R, Iriart X. Educational series in congenital heart disease: Tetralogy of Fallot: diagnosis to long-term follow-up. 2019;6(1):9–23.
 59. Unolt M, Putotto C, Silvestri LM, Marino D. Transposition of great arteries: New insights into the pathogenesis. *Front Pediatr*. 2013;1(11):1–7.
 60. Bonnet D, Sidi D, Vouhé PR. Absorbable pulmonary artery banding in tricuspid atresia. *Ann Thorac Surg*. 2001;71(1):360–1.
 61. Rao PS. Diagnosis and Management of Acyanotic Heart Disease: Part II - Left-to-right Shunt Lesions. *Indian J Pediatr*. 2005;72:503–12.
 62. O'Brien P, Marshall AC. Coarctation of the Aorta. *Circulation*. 2015;131(9):363–5.
 63. Rao PS. Diagnosis and management of acyanotic heart disease: part I -- obstructive lesions. *Indian J Pediatr*. 2005;72(6):496–502.
 64. Arora R, Gupta MP. Management of cyanotic patients with congenital heart disease and decreased pulmonary blood flow. *Indian J Pediatr*. 1981;48(4):467–75.
 65. Langdon J, Down H. Observations on an ethnic classification of idiots. *London Hosp Clin Rep* 3,. 1866;262:695–7.
 66. Wiedemann HR. John Langdon Down - 1828-1896. *Eur J Pediatr*. 1992;151(5):317.
 67. Boas LTV, Albernaz EP, Costa RG. Prevalence of congenital heart defects in patients with Down syndrome in the municipality of Pelotas, Brazil. *J Pediatr (Rio J)*. 2009;85(5):403–7.

68. Ait Yahya-Graison E, Aubert J, Dauphinot L, Rivals I. Classification of human chromosome 21 gene-expression variations in down syndrome: Impact on disease phenotypes. *Am J Hum Genet.* 2007;81(3):475–91.
69. Antonarakis SE, Lyle R, Dermitzakis ET, Reymond A, Deutsch S. Chromosome 21 and Down syndrome: From genomics to pathophysiology. *Nat Rev Genet.* 2004;5(10):725–38.
70. Moreira LM, El-Hani CN, Gusmão FA. Down syndrome and its pathogenesis: considerations about genetic determinism. *Rev Bras Psiquiatr.* 2000;22(2):96–9.
71. Holland AJ. Down's syndrome. *Lancet.* 2014;361:183–97.
72. Alldred SK, Takwoingi Y, Guo B, Pennant M. First trimester serum tests for Down's syndrome screening. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;6(11):1–239.
73. Faria PF, Nicolau JAZ, Melek MZ. Associação entre cardiopatias congênitas e infecções graves em crianças com síndrome de Down. *Rev Port Cardiol.* 2014;33(1):15–8.
74. Brown AL, De Smith AJ, Gant VU, Yang W. Inherited genetic susceptibility to acute lymphoblastic leukemia in down syndrome. *Blood.* 2019;134(15):1227–37.
75. Martins AM, Ribeiro ME, Paiva IS, Galera MF. Diretrizes de atenção à saúde de pessoas com síndrome de down diretrizes. *Soc Bras Pediatr.* 2020;1–24.
76. Evans PR. Cardiac anomalies. 1949;258–62.
77. Vis JC, Duffels MGJ, Winter MM, Weijerman ME. Down syndrome: A cardiovascular perspective. *J Intellect Disabil Res.* 2009;53(5):419–25.
78. Ruparelia A, Wiseman F, Sheppard O. Down syndrome and the molecular pathogenesis resulting from trisomy of human chromosome 21. *J Biomed Res.* 2010;24(2):87–99.
79. Trevino CE, Holleman AM, Corbitt H, Maslen CL, Rosser TC, Cutler DJ. Identifying genetic factors that contribute to the increased risk of congenital heart defects in infants with Down syndrome. *Sci Rep.* 2020;10(1):1–12.
80. Miller A, Siffel C, Lu C, Riehle-Colarusso T, Frías JL, Correa A. Long-Term Survival of Infants with Atrioventricular Septal Defects. *J Pediatr.* 2010;156(6):994–1000.
81. Hayes C, Johnson Z, Thornton L, Fogarty J, Lyons R, O'Connor M, et al. Ten-year survival of Down syndrome births. *Int J Epidemiol.* 1997;26(4):822–9.

82. Mikkelsen M, Poulsen H, Nielsen KG. Incidence, survival, and mortality in Down syndrome in Denmark. *Am J Med Genet.* 1990;78(7):75–8.
83. Champagne CR, Lewis M, Gilchrist DM. Should we mend their broken hearts? The history of cardiac repairs in children with down syndrome. *Pediatrics.* 2014;134(6):1048–50.
84. Mandalenakis Z, Giang KW, Eriksson P, Liden H, Synnergren M, Wåhlander H, et al. Survival in children with congenital heart disease: Have we reached a peak at 97%? *J Am Heart Assoc.* 2020;9(22).
85. Skotko BG, Davidson EJ, Weintraub GS. Contributions of a specialty clinic for children and adolescents with Down syndrome. *Am J Med Genet Part A.* 2013;161(3):430–7.
86. Castiglioni D, Braile DM, Godoy MF De. Caminhos da cardiologia. *Arq Bras Cardiol.* 1996;66(1):329–37.
87. Torrati FG, Dantas RAS. Extracorporeal circulation and complications during the immediate postoperative period for cardiac surgery. *Acta Paul Enferm.* 2012;25(3):340–5.
88. Savaris N. Immunoinflammatory Response to Cardiopulmonary Bypass: An Update. *Rev Bras Anesthesiol.* 1998;48(2):126–36.
89. Rodrigues CDA, Oliveira RARA de, Soares SM de TP, Figueiredo LC de, Araújo S, Dragosavac D. Lung injury and mechanical ventilation in cardiac surgery: a review Lesão. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2010;22(4):375–83.
90. Boisseau N, Rabary O, Padovani B, Staccini P, Mouroux J, Grimaud D, et al. Improvement of “dynamic analgesia” does not decrease atelectasis after thoracotomy. *Br J Anaesth.* 2001;87(4):564–9.
91. Soares AM. Mortality for Critical Congenital Heart Diseases and Associated Risk Factors in Newborns. A Cohort Study. *Arq Bras Cardiol.* 2018;111(5):674–5.
92. Schell DN, Winlaw DS. Peri-operative management of paediatric patients undergoing cardiac surgery – focus on respiratory aspects of care. 2007;336–47.
93. Anaclerio S, Ciommo V Di, Michielon G, Digilio MC, Formigari R, Picchio FM, et al. Conotruncal heart defects : impact of genetic syndromes on immediate operative mortality. *Ital Hear J.* 2004;5(8):624–8.
94. Conti VR. Pulmonary injury after cardiopulmonary bypass. *Chest.*

- 2001;119(1):2–4.
95. Westhorpe RN, Ludbrook GL, Helps SC. Crisis management during anaesthesia: bronchospasm. *Qual Saf Health Care*. 2005;14(3):1–6.
 96. Abud PBP, Bisinotto FMB, Rossi TC, Silveira LAM da, Perfeito LB. Bronchospasm in anaesthesia. *Rev Médica Minas Gerais*. 2017;27(4):16–24.
 97. Sasseron AB, de Figueiredo LC, Trova K, Cardoso AL, Lima NMFV, Olmos SC, et al. Does the pain disturb the respiratory function after heart surgeries? *Brazilian J Cardiovasc Surg*. 2009;24(4):490–6.
 98. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Carvalho ACC, Jaramillo JI, Alves FA, et al. Effects of the pleural drain site on the pulmonary function after coronary artery bypass grafting. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2004;19(1):47–54.
 99. Yu X, Chen M, Liu X, Chen Y, Hao Z, Zhang H, et al. Risk factors of nosocomial infection after cardiac surgery in children with congenital heart disease. *BMC Infect Dis*. 2020;20(1):1–12.
 100. Soares GM, Ferreira DC, Gonçalves MP. Prevalence of Major Postoperative Complications in Cardiac Surgery. *Rev Bras Cardiol*. 2011;24(3):139–46.
 101. Saad IA, Zambon L. Clinical variables of preoperative risk. *Rev Assoc Med Bras*. 2001;47(2):117–24.
 102. Filardo FDA, Faresin SM, Fernande ALG. Validade de um índice prognóstico para ocorrência de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal alta. *Rev Assoc Med Bras*. 2002;48(3):209–16.
 103. Auler JOC, Galas FRBG, Hajjar LA, Franca S. III Consenso brasiliense de ventilação mecânica - Ventilação mecânica no intra-operatório. *J Bras Pneumol*. 2007;33(2):137–41.
 104. Ribeiro H. Artigo Especial Complicações Associadas à Ventilação Mecânica. *Rev Bras Anesthesiol*. 1996;46(3):206–22.
 105. Oliveira DS, Silva RC de O, Bassi D, Calles ACDN. Associação entre as complicações pulmonares e fatores predisponentes em cirurgias cardiopediátricas. *ConScientiae Saúde*. 2017;16(4):441–6.
 106. Soares E de M, Cristefhanee Carla Monteiro da Silva AC do NC. Incidência das complicações pulmonares em cirurgias cardiopediátricas. *Cad Grad - Ciências Biológicas e da Saúde*. 2017;4(2):313–22.
 107. Gairdner W. On the Pathological States of the Lung Connected with Bronchitis and Bronchial Obstruction. 1851;230–46.

108. Risley E. Post-operative pneumonia. *Bost Mediacal Surg J.* 2010;162(3):75–7.
109. Jackson C, Lee WE. Acute massive collapse of the lungs. *Sci Am.* 1925;(5):364–189.
110. Herbert W, LLOYD M. Postoperative Atelectasis. *J Thorac Surg.* 1942;(11):396.
111. Winston H. The physiotherapy review. *Am Physiother Assoc.* 1946;26(5):227–30.
112. Minuck M. The role of physiotherapy in pre and pos-operative care. *Canad M A J.* 1953;68(May):471–4.
113. Thorén L. Postoperative Pulmonary Complication Observation on their prevention by means of physiotherapy. *Acta Chir Scand.* 1954;107(193).
114. Sellors T. The place of the physiotherapist in cardiac surgery. *Br J Phys Med.* 1956;19(3):61–4.
115. Cruickshank H. The role of physical therapy in the surgical management of heart disease. *Phys Ther Rev.* 1955;35(11):641–4.
116. Rockwell GM, Campbell SK. Physical therapy program for the pediatric cardiac surgical patient. *Phys Ther.* 1976;56(6):670–5.
117. Niebuhr V. Physical Therapy for the Heart Surgery Patient. *J Am Phys Ther Assoc.* 1963;43(11):798–802.
118. Müller AP, Paula IMT, Klopffleisch JA JJ. Fisioterapia aplicada aos pacientes submetidos a revascularização do miocárdio (ponte de safena). *Fisioter Mov.* 1990;3(1):25–31.
119. Reines HD, Sade RM, Bradford BF, Marshall J. Chest physiotherapy fails to prevent postoperative atelectasis in children after cardiac surgery. *Ann Surg.* 1982;195(4):451–5.
120. Pasquina P, Tramèr MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: Systematic review. *Br Med J.* 2003;327:1379–81.
121. Cavenaghi S, Moura SCG, Silva TH, Venturinelli TD, Marino LHC. Importância da fisioterapia no pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica. 2009;24(3):397–400.
122. Felcar JM, Guitti JCDS, Marson AC, Cardoso JR. Preoperative physiotherapy in prevention of pulmonary complications in pediatric cardiac surgery. *Brazilian J Cardiovasc Surg.* 2008;23(3).
123. Main E, Castle R, Newham D, Stocks J. Respiratory physiotherapy vs. suction:

- The effects on respiratory function in ventilated infants and children. *Intensive Care Med.* 2004;30(6):1144–51.
124. Johnston C, Zanetti NM, Comaru T, Dos Santos Ribeiro SN, De Andrade LB, Dos Santos SLL. I Brazilian guidelines for respiratory physiotherapy in pediatric and neonatal intensive care units. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012;24(2):119–29.
 125. Hulzebos EHJ, Smit Y, Helders PPJM, van Meeteren NLU. Preoperative physical therapy for elective cardiac surgery patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;2021(5).
 126. Rodrigues GS, Gonzaga DB, Modesto ES. Mobilize early for hospitalized patients in intensive care unit: an integrative review. *Rev Inspirar Mov Saude.* 2017;13(2):27–31.
 127. Rocha GQ, Santos JB, Oliviera MHL, Avila PES. Effects of early mobilization in children with pneumonia associated with mechanical ventilation: effects on non-linear variables of variability. *Rev Bras Ciência e Mov.* 2019;27(3):93.
 128. Arias A. Programa de fisioterapia respiratória para indivíduos com síndrome de down - Editorial. *Rev Neurocienc.* 2013;21(4):495–6.
 129. Castoldi A, Périco E, Grave M. Avaliação da força muscular e capacidade respiratória em pacientes com síndrome de down após Bad Ragaz. *Rev Neurocienc.* 2012;20(3):386–91.
 130. Almeida C. Os benefícios da equoterapia em crianças com Síndrome de Down. *R bras Ci e Mov.* 2018;26(2):153–9.
 131. Furlan F, Sgariboldi D, Brigatto P, Forti-Pazzianotto E. Avaliação da força muscular respiratória em indivíduos com síndrome de down. *O mundo da saúde, SP.* 2015;39(2):182–7.
 132. Sgariboldi D, Brigatto P, Furlan FR, Maria E, Forti P. Programa de Fisioterapia Respiratória Para Indivíduos com Síndrome de Down. *Rev Neurocienc.* 2013;21(4):525–30.
 133. Barros AL, Libardoni TDC, Oliveira EM De. Efeitos da realidade virtual no desenvolvimento motor , equilíbrio e força muscular respiratória da criança com Síndrome de Down : relato de caso. *ASSOBRAFIR Ciênc.* 2020;11:1–6.
 134. Oliveira TP, Tonon SC. Tratamento fisioterapêutico hospitalar em criança com síndrome de down e cardiopatia congênita. Um estudo de caso. *Rev Digit - Buenos Aires.* 2009;14(136).

APÊNDICES

APÊNDICE A
Protocolo de Investigação – Grupo 1

Nome: _____ RG _____

Data nasc: ___ / ___ / 20___ Idade: _____ Sexo: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

_____ Cidade: _____ UF: _____

Nome do pai: _____

Nome da mãe: _____

Data da internação: ___ / ___ / 20___ Data da alta: ___ / ___ / 20___

Diagnóstico principal: _____

Doenças associadas: () Sim () Não Quais? _____

Hiperfluxo pulmonar () Normofluxo pulmonar () Hipofluxo pulmonar ()

Fisioterapia pré-operatória (técnicas utilizadas): _____

_____ Nº de sessões: _____

Tipo de cirurgia: _____

Data cirurgia: ___ / ___ / 20___ Duração: _____ Via de acesso: _____

CE () Sim () Não Duração: _____ PA () Sim () Não Duração: _____

Fisioterapia pós-operatória (técnicas utilizadas): _____

_____ Nº de sessões: _____

Complicações: - pneumonia: () Sim () Não

- atelectasia: () Sim () Não () RX () Clínica

- outras () Sim () Não Quais? _____

Tempo de ventilação: _____

Tempo de internação na UTI: _____ Tempo de internação total: _____

Paciente excluído: () Sim () Não Motivo: _____

OBS: _____

Assinatura

APÊNDICE B
Protocolo de Investigação – Grupo 2

Nome: _____ RG _____

Data nasc: ___ / ___ / 20___ Idade: _____ Sexo: _____ Telefone: _____

Endereço:

_____ Cidade: _____ UF: _____

Nome do pai: _____

Nome _____ da

mãe: _____

Data da internação: ___ / ___ / 20___ Data da alta: ___ / ___ / 20___

Diagnóstico principal: _____

Doenças associadas: () Sim () Não Quais? _____

Hiperfluxo pulmonar () Normofluxo pulmonar () Hipofluxo pulmonar ()

Tipo de cirurgia: _____

Data cirurgia: ___ / ___ / 20___ Duração: _____ Via de acesso: _____

CE () Sim () Não Duração: _____ PA () Sim () Não Duração: _____

Fisioterapia **pós**-operatória (técnicas utilizadas): _____

_____ Nº de sessões:

Complicações: - pneumonia: () Sim () Não

- atelectasia: () Sim () Não () RX () Clínica

- outras () Sim () Não Quais? _____

Tempo de ventilação: _____

Tempo de internação na UTI: _____ Tempo de internação total: _____

Paciente excluído: () Sim () Não Motivo: _____

OBS: _____

Assinatura

APÊNDICE C**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

A presente pesquisa faz parte do trabalho intitulado Impacto da Fisioterapia Pré-operatória na Prevenção das Complicações Pulmonares em Cirurgia Cardíaca Pediátrica, que estou desenvolvendo para o Mestrado em Medicina e Ciências da Saúde na Universidade Estadual de Londrina. O objetivo é realizar a fisioterapia respiratória no pré-operatório com intenção de avaliar se os pacientes que receberem a fisioterapia antes da cirurgia cardíaca, terão menor chance de desenvolver complicações pulmonares após a cirurgia do que aqueles que receberem apenas a fisioterapia no pós-operatório. O trabalho será realizado no Hospital Infantil Sagrada Família e incluirá 216 crianças. Esclareço que a rotina deste hospital é realizar a fisioterapia somente após a cirurgia.

Sendo assim, venho pedir seu consentimento para incluir seu filho(a) neste trabalho, que poderá ou não receber a fisioterapia respiratória pré-operatória, mantendo seu nome em sigilo, fazendo uso da sua participação somente para avaliação científica deste trabalho e possível publicação, dentro dos princípios éticos que devem nortear a pesquisa e nossa profissão.

Gostaria também de esclarecer que caso não deseje participar, tem toda liberdade de fazê-lo, tanto no início do trabalho como no decorrer dele, sem nenhum prejuízo para sua pessoa e sem gastos.

Agradeço a valiosa colaboração e coloco-me a disposição para esclarecimentos.

Declaro que fui informado sobre a pesquisa e concordo em participar.

Londrina, ____ de _____ de 200__ .

Nome: _____

RG: _____

Assinatura do responsável

Nome: Josiane Marques Felcar

e-mail: josianefelcar@sercomtel.com.br


Fone: 84036544

ANEXOS

ANEXO A

Aprovação do Comitê de Ética ISCAL

IRMANDADE DA SANTA CASA DE LONDRINA



CEP093/03 Londrina, 23 de Outubro de 2003.

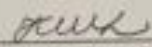
Ilma. Sra.: *Josiane Marques Felcar*

O Comitê de Bioética e Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Irmandade Santa Casa de Londrina, de acordo com orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional da Saúde/MS, **APROVA** a realização do Projeto: "IMPACTO DA FISIOTERAPIA PRÉ-OPERATÓRIA NAS COMPLICAÇÕES PULMONARES EM CIRURGIA CARDÍACA PEDIÁTRICA".

E informamos que, segundo esta resolução citada no § 3º do art. IX, deve ser encaminhado a este Comitê, relatório final da pesquisa.

Desejamos sucesso e êxito na realização do mesmo que contribuirá no aprimoramento da assistência à saúde.


Atenciosamente,




Ir. Elvira Maria Perides Louvand
 Coordenadora do Comitê de Ética e Bioética
 em Pesquisa da Irmandade da Santa Casa de Londrina

RUA ESPÍRITO SANTO, 523 - FONE: (43) 3373-1000 - FAX: 3324-8191 - CEP 86210-400 - LONDRINA - PR

ANEXO B**Aprovação do Comitê de Ética UEL**


**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**


**GOVERNO DO
PARANÁ**

**HOSPITAL UNIVERSITÁRIO REGIONAL DO NORTE DO PARANÁ
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

PARECER CEP210/04

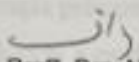
Londrina, 23 de novembro de 2004.

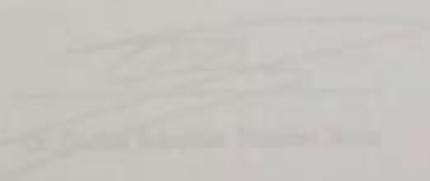
À Sra.
Josiane Marques Felcar

SERVIÇO DE CIRURGIA CARDÍACA

O Comitê de Ética em Pesquisa analisou e aprovou o Projeto de Pesquisa **"IMPACTO DA FISIOTERAPIA PRÉ-OPERATÓRIA NA PREVENÇÃO DAS COMPLICAÇÕES PULMONARES EM CIRURGIA CARDÍACA PEDIÁTRICA"**, bem como o Termo de consentimento que está de acordo com a Resolução 196/96 – CNS.

Atenciosamente,


Prof. Dra. Níza Maria Diniz
 Comitê de Ética em Pesquisa
 Coordenadora



Rua 11 de Novembro, 1200 - Caixa Postal 6001 - CEP 86001-900 - Londrina, Paraná - Brasil

LONDRINA - PARANÁ - BRASIL

ANEXO C

Normas para submissão no periódico *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Authors are invited to submit Original Investigations, Scientific Reviews, Research Letters, Case Reports, and Rapid Review Manuscripts on topics related to cardiac rehabilitation; pulmonary rehabilitation; prevention of cardiovascular or pulmonary diseases; or topics of clinical interest relevant to cardiopulmonary rehabilitation or prevention. All manuscripts must be submitted online using Editorial Manager at <http://jcrp.edmgr.com/>. See submission instructions, under "Manuscript Submission".

ETHICAL/LEGAL CONSIDERATIONS

A submitted manuscript must be an original contribution not previously published (except as an abstract or a preliminary report), must not be under consideration for publication elsewhere, and, if accepted, must not be published elsewhere in similar form, in any language, without the consent of Wolters Kluwer Health (WKH). Each person listed as an author is expected to have significantly participated in the study (see guidelines below). Although the editors, reviewers, and publisher evaluate the manuscript, the validity of the published manuscripts is solely the responsibility of the authors. Note: All content in *The Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* is printed only in English.

NEW - Rapid Review Manuscript Submission Type

The *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* provides a rapid review opportunity for papers that were submitted to a high impact (operationally defined as having an Impact Factor of > 5) clinical journal, were peer reviewed but not accepted for publication in that journal, and the major concerns noted in these reviews can be addressed by the authors in a revised manuscript. For more information about the submission type, please review the Rapid Review Manuscript Submission section below.

REQUIREMENTS FOR ALL CATEGORIES OF SUBMISSIONS

- Manuscripts must conform to "Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals" (<http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>).
- JCRP follows the [ICMJE recommendations](#) that authorship be based on the following four criteria:
 1. Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND
 2. Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND
 3. Final approval of the version to be published; AND
 4. Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

- If none of the authors have English as their primary language, the manuscript must be proofed and edited by a native-English speaker and or an editing service (such as: <https://wkauthorservices.editage.com/>).
- The cover letter accompanying the manuscript must include the following: a statement: "All authors have read and approved submission of the manuscript and the manuscript has not been published and is not being considered for publication elsewhere in whole or part in any language except as an abstract."
 - If an author has other work that is in preparation, has been previously submitted or published, or is in press and potentially overlaps the submitted manuscript, that work must be submitted as an attachment with the current submission.

A statement must be included in the cover letter attesting that "the manuscript was proofed and edited by a native-English speaker and/or an editing service (such as: <https://wkauthorservices.editage.com/>)."

A statement must be included in the cover letter attesting that "all authors meet the 4 ICMJE criteria for authorship."

- All sources of support and potential conflicts of interest must be stated for all authors on the Title Page.
 - The corresponding author must provide assurance that the manuscript complies with the JCRP specific requirements for formatting.
 - A completed JCRP Submission Checklist for Authors must be submitted with each initial submission of a manuscript.
 - Each author must complete and submit the Journal's Copyright Transfer Agreement, which includes a section on the disclosure of potential conflicts of interest based on the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors, "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (www.icmje.org/update.html). A copy of the form is made available to the submitting author within the submission process in Editorial Manager. Coauthors will automatically receive an email with instructions on completing the form upon submission.

Manuscript Submission

All manuscripts must be submitted on-line through the Journal Web site at <http://jcrp.edmgr.com/>.

- **First-time users:** Please click the Register button from the menu and enter the requested information. On successful registration, you will be sent an email indicating your username and password. Store a copy of this information for future reference. Note: You should only register once, even if your role changes (that is, author, reviewer, or editor). Note the menu at the top of the page and select Author. Submit your manuscript according to the instructions for authors. You will be able to track the progress of your manuscript through the Editorial Manager website. If you experience any problems or need assistance with using the website, please contact **Kate Maude, Managing Editor** at jcrp@aacvpr.org. These requests for assistance will be addressed in the order received.

All content in *The Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* is printed only in English. Manuscripts that do not adhere to the following instructions will be returned to the corresponding author for technical revision before undergoing peer review.

A completed **JCRP Submission Checklist for Authors** must be submitted with each initial submission of a manuscript.

Manuscript Formatting

The manuscript text should be submitted as a Microsoft Word file (not as a PDF) using Times New Roman font, 12-point. The entire manuscript and references should be double-spaced. Page numbers must be on each text page (do not add line numbers), appearing in the upper right header. Use the Journal Style Formatting guide below for *Journal* specific requirements.

The submission must provide separate files for the following:

- Abstracts (both full and condensed in one file; except for Research Letters)
- Manuscript with references
- Tables, a separate file for each table
- Figures, a separate file for each figure
- Supplemental Digital Content (SDC) files, if applicable; a separate file for each SDC.

Headings:

Main headings **METHODS, RESULTS, DISCUSSION, CONCLUSIONS** are bold and all upper case. Should have a line break before and after the main heading.

First level sub-headings: are bold, italics, and all upper case (ex. ***PROCEDURES***) Second level sub-headings are bold, italics, and with only the first letter of the first word in upper case (ex. ***Statistics***)

All subheadings have a space before, but not after.

TITLE PAGE

Information on the title page should include the following in this order:

- Type of submission: Original Investigation, Scientific Review, Research Letter, or Case Report at the top left of the page
- Full title of the article; capitalize the first letter of each major word in the title (Do not use ALL CAPS)
- List the full name and academic degree of each author with superscripts for affiliation hospital or university affiliation, city, state and country (if not the United States) of each author. If an author's present affiliation is different from that under which the work was done, both should be given.
 - Research Letter Submissions: No more than 6 authors should be listed. Other persons who have contributed to the study may be indicated in an Acknowledgment, with their permission
- Short running title of 50 characters or less; capitalize the first letter of each major word in the title

- Provide the following information: Corresponding author: name, full mailing address, phone, fax, and e-mail
- Key words: Three to five
- Sources of support: All sources of funding should be acknowledged for each author, including disclosure of funding received for this work from any of the following organizations: National Institutes of Health (NIH); Wellcome Trust; Howard Hughes Medical Institute (HHMI); and any other funding agencies. For example, Author A is currently receiving a grant (#6789) from Organization X. Author B is currently receiving a grant (#12345) from Organization Y. Authors C, D, E none.
- Conflicts of interest: Any potential conflicts must be stated. These include financial, consultant, institutional, and other relationships that might lead to bias or a conflict of interest. If there are no conflicts of interest, this should also be explicitly stated as either, "All authors declare no conflicts of interest." or "Drs. A and B declare no conflicts of interest." All sources of funding should be acknowledged in the manuscript. For all relevant conflicts of interest Ex: Author A has received honoraria from Company Z. Author B is currently is on the speaker's bureau for Organization X—the CME organizers for Company A. Authors C, D, and E declare no conflicts of interest.
- Word count for the text-only portion of the manuscript: Numbers of tables: Number of figures: Number of references.
- Acknowledgements and 'thanks to' statements should be at the end of the text under an "Acknowledgments" heading. Acknowledgments should not be listed on the title page.

ABSTRACTS

All submissions must include **both**: a **Structured Abstract** (≤ 250 words) and a **Condensed Abstract** (≤ 50 words; for use in the Table of Contents). The Structured Abstract must use the following four headings (except for Review articles and Case Reports - see below), labeled as Purpose, Methods, Results, and Conclusions. The Condensed Abstract does not use any subheadings.

Note: Research letters are exempt from submitting abstracts.

ORIGINAL INVESTIGATIONS (word count for the text-only portion must be limited to <3,000 words and < 60 references)

Original investigations must follow this outline: 1) Title page; 2) Structured Abstract and Condensed Abstract; 3) Introduction ending with a clear **statement of purpose**; 4) Methods, including patients, participants, or subjects; 5) Results; 6) Discussion; 7) References; 8) Figure Legends; 9) Tables; 10) Figures, and if applicable Supplemental Digital Content.

SCIENTIFIC REVIEW (word count for the text-only portion must be limited to <4,000 words and < 80 references)

Reviews must follow this outline: 1) Title page; 2) Structured Abstract (Purpose or Objective; Review Methods; Summary) and Condensed Abstract; 3) Introduction; 4) Review of Relevant Literature; 5) Discussion; 6) Summary; 7) References; 8) Figure Legends; 9) Tables; and 10) Figures. The word "Review" should appear in the title (eg, "A Systematic Review" or "A Review").

RESEARCH LETTERS (word count for the text-only portion must be limited to $\leq 1,000$ words [ideally ≤ 800 words], < 10 references [ideally ≤ 6 references], < 1 table or figure, and ≤ 6 authors)

Research Letters must follow this outline (no abstracts are required): 1) Title page; 2) Introduction (with clear research aim[s]); 3) Methods; 4) Results; 5) Discussion (with conclusion); 7) References; 8) Figure or Table*; 9) if applicable Supplemental Digital Content (only allowed for brief additional and absolutely necessary methods but not for any additional results or discussion). No abstracts are required.

* needs to be concise (figure limited to one panel or table limited in number of rows and columns), needs to fit in one column in the print version of the publication and no more than $\frac{1}{2}$ page of the one column

Note: No more than 6 authors may be listed for a Research Letter. Other persons who have contributed to the study may be indicated in an Acknowledgment, with their permission

CASE REPORTS (word count for the text-only portion must be limited to $< 2,000$ words and < 20 references and no more than a total of two tables and/or figures). Must be compelling and novel, and directly applied to cardiac or pulmonary rehabilitation.

Case Reports should include with the submission both a Structured Abstract (Details of the Clinical Case; Discussion; Summary.) and Condensed Abstract. Case Studies must follow this outline: 1) Title page; 2) Structured Abstract and Condensed Abstract; 3) Details of the Clinical Case; 4) Discussion; 6) Application to Practice 6) Summary; 7) References; 8) Figure Legends; 9) Tables; and 10) Figures.

SCIENTIFIC REVIEW (word count for the text-only portion must be limited to $< 4,000$ words and < 80 references)

Reviews must follow this outline: 1) Title page; 2) Structured Abstract (Purpose or Objective; Review Methods; Summary) and Condensed Abstract; 3) Introduction, ending with a clear statement of purpose; 4) Review of Relevant Literature, as appropriate to article; 5) Discussion; 6) Summary; 7) References; 8) Figure Legends; 9) Tables; and 10) Figures. The word "Review" should appear in the title (eg., "A Systematic Review" or "A Review").

LETTERS TO THE EDITOR

Letters will be published as space permits and at the discretion of the editors. Letters must be limited to ≤ 250 words.

REFERENCES

References should be listed in the order in which they appear in the article using superscripts. Journal references should include authors' surnames followed by initials (without punctuation), title of article, name of journal in italics as abbreviated in *PubMed Journal List*, year of publication, volume number, and inclusive page numbers. If there are ≤ 6 authors, all authors should be listed. If there are ≥ 7 authors, the first 3 authors followed et al is used. References should be formatted as shown in the *American Medical Association Manual of Style, 110th edition*. See examples below.

Authors are responsible for the completeness and accuracy of all references. References in a foreign (non-English) language should be limited (generally < 3). Personal communications and unpublished data should be included within the text of the manuscript or as footnotes, not as references.

Reference Examples

Six or fewer authors:

Squires RW, Kaminsky LA, Porcari JP, Ruff JE, Savage PD, Williams MA. Progression of Exercise Training in Early Outpatient Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehab Prev*. 2018;38:139-146.

Seven or more authors:

Thomas RJ, Beatty AL, Beckie TM, et al. Home-Based Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehab Prev*. 2019;39:208-225.

Journal article online:

Williams PA, Franklin BA. Reduced Incidence of Cardiac Arrhythmias in Walkers and Runners. *PLoS One*. 2013;8(6):e65302. doi: 10.1371/journal.pone.0065302.

Entire Book

Myers JN. *Essentials of Cardiopulmonary Exercise Testing*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996.

Book Chapter

Welk GW. Use of accelerometry-based activity monitors to assess physical activity. In: *Physical Activity Assessments for Health-Related Research*. Welk GW. ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2002:125-142.

Permissions

Authors must submit written permission from the copyright owner (usually the publisher) to use direct quotations, tables, illustrations or other material that have appeared in copyrighted form elsewhere, along with complete details about the source (name of author(s), title of article, title of journal or book, volume number, page(s), month, and year). Any permissions fees that might be required by the copyright owner are the responsibility of the authors requesting use of the borrowed material, not the responsibility of WKH.

For permission and/or rights to use content for which the copyright holder is WKH, please go to the journal website and after clicking on the relevant article, click on the "Request Permissions" link under the "Article Tools" box that appears on the right side of the page. Alternatively, send an email to customercare@copyright.com.

Further information available in the WKH Author's Permissions

Guide: <https://www.lww.com/opencms/opencms/web/PEMR/PDFs/docs/authorsPermissionDoc.pdf>

For Translation Rights & Licensing queries, contact Silvia Serra, Translations Rights, Licensing & Permissions Manager, Wolters Kluwer Health (Medical Research) Ltd, 250 Waterloo Road, London SE1 8RD, UK. Phone: +44 (0) 207 981 0600. Email: silvia.serra@wolterskluwer.com

For Special Projects **and Reprints** (U.S./Canada), contact Alan Moore, Director of Sales, Wolters Kluwer Health, Two Commerce Square, 2001 Market Street, Philadelphia, PA 19103. Phone: 215-521-8638. Email: alan.moore@wolterskluwer.com

For Special Projects **and Reprints** (non-U.S./Canada), contact Silvia Serra, Translations Rights, Licensing & Permissions Manager, Wolters Kluwer Health (Medical Research) Ltd, 250 Waterloo Road, London SE1 8RD, UK. Phone: +44 (0) 207 981 0600. Email: silvia.serra@wolterskluwer.com

FIGURES AND TABLES

Figures/Digital Artwork

Standard figures of graphs (eg, line, bar) should be created in MS Office program, Send the native (DOC, PPT, XLS) file.

Creating Digital Artwork Guidelines

- **Important:** All figures must meet the requirements for Digital Artwork: <http://links.lww.com/ES/A42>
- Each figure must be saved and submitted as a separate file. Figures should not be embedded in the manuscript text file.
- Artwork should be saved as TIFF, EPS, or MS Office (DOC, PPT, XLS) files. High resolution PDF files are also acceptable.
- Crop out any white or black space surrounding the image.
- Diagrams, drawings, graphs, and other line art must be saved at a resolution of at least 1200 dpi. If created in an MS Office program, send the native (DOC, PPT, XLS) file.
- Photographs, radiographs, and other halftone images must be saved at a resolution of at least 300 dpi.
- Photographs, radiographs with text must be saved as postscript or at a resolution of at least 600 dpi.
- Cite figures consecutively in your manuscript.
- The figure legend should be a complete sentence(s) which provides the title of the figure and should clearly describe any symbols or abbreviations used. Figure legends should be inserted after the list of references in the manuscript (text) file. The legend should NOT be included in the figure file(s).

Color Figures

The journal accepts for publication color figures that will enhance an article. Authors who submit color figures will receive an estimate of the cost for color reproduction. If they decide not to pay for color reproduction, they can request that the figures be converted to black and white at no charge. Figures included in Supplemental Digital Content (SDC) may be in color at no additional expense.

TABLES

Create tables using the table creating and editing feature of the word processing software (ie, Microsoft Word). Do not use Excel or comparable spreadsheet programs. Cite tables consecutively in the text and number them in that order (do not use "INSERT Table here"). Include the table title, appropriate column heads, and explanatory legends (including definitions of any abbreviations used as a footnote to the table). Each table should be self-explanatory and should supplement, rather than duplicate, the material in the text.

The title of the table should not be a sentence and should not end with a period.

All table column headings should be bold font with the first letter of each word in upper case. Table headings for P values should always be P Value.

Row headings should be in standard font with only the first letter of the first word in upper case. Present the unit of measurement in this format as per this example: Age, yr

Abbreviations used in table must be presented as a footnote to the table in alphabetical order (ex. BP, blood pressure; HR, heart rate; etc.).

Superscripted lowercase letters (a-z) should be used for any needed footnotes.

Use a footnote to for how the data is presented (ex. Data are presented as mean \pm SD or n (%)); this information does not need to be in the column or row description.

For review articles when listing references in table format, the following format should be used: Brubaker et al (2012)¹⁴ with the superscript number being the reference number used in the list of references.

Supplemental Digital Content (SDC)

Authors may submit SDC via Editorial Manager to WKH journals that enhance their article's text to be considered for online posting. SDC may include standard media such as text documents, graphs, audio, video, etc. On the Attach Files page of the submission process, please select Supplemental Audio, Video, or Data for your uploaded file as the Submission Item. If an article with SDC is accepted, our production staff will create a URL with the SDC file. The URL will be placed in the call-out within the article. SDC files **are not** copy-edited by WKH staff, they will be presented digitally as submitted. For a list of all available file types and detailed instructions, please visit <http://links.lww.com/A142>.

SDC Call-outs

Supplemental Digital Content must be cited consecutively in the text of the submitted manuscript. Citations should include the type of material submitted (Audio, Figure, Table, etc.), be clearly labeled as "Supplemental Digital Content," include the sequential list number, and provide a description of the supplemental content. All descriptive text should be included in the call-out as it will not appear elsewhere in the article.

Example:

We performed many tests on the degrees of flexibility in the elbow (see Video, Supplemental Digital Content 1, which demonstrates elbow flexibility) and found our results inconclusive.

List of SDC

A listing of SDC must be submitted at the end of the manuscript file. Include the SDC number and file type of the SDC. This text will be removed by our production staff and not be published.

Example:

Supplemental Digital Content 1. wmv

SDC File Requirements

All acceptable file types are permissible up to 10 MBs. For audio or video files greater than 10 MBs, authors should first query the journal office for approval. For a list of all available file types and detailed instructions, please visit <http://links.lww.com/A142>.

Journal Style Formatting

Semantics:

Avoid using possessive apostrophes whenever possible (eg “patient’s data” should be “patient data”).

health care – two words, no hyphen; internet – begins with lower case I; website – a single word, no hyphen; a person’s sex – use male and female

Common hyphenated words: follow-up; long-term; short-term

Common terms: VO_2 – should be referred to as oxygen uptake; fitness or aerobic fitness should be referred to as cardiorespiratory fitness (CRF), cardiopulmonary exercise test should be abbreviated as CPX

Manufacturer’s documentation: use only the name of the manufacturer in parentheses (do not provide city, state, country information). For example: K5 metabolic system (COSMED)

Abbreviations

Abbreviations may be used in the manuscript, if the term or phrase being abbreviated is used \geq five times in the manuscript. Generally, the total number of abbreviations should be limited to \leq ten. Abbreviations should be spelled out at the first mention in the abstract and then again in the body of the text. The abbreviation should follow in parentheses. Use the same for both singular and plural. Abbreviations should not be used to start a sentence (the term should be spelled out).

Standard SI unit Abbreviations: (do not need to be spelled out)

Meters (m)	Millimeters (mm)	Centimeters (cm)	Kilometers (km)			
Inches (in)	Yards (yd)	Miles (mi)				
Pounds (lb)	Grams (g)	Milligrams (mg)	Micrograms (mcg)	Kilograms (kg)		
Years (yr)	Months (mo)	Weeks (wk)	Hours (hr)	Days (d)	Minutes (min)	Seconds (sec)
Liters (L)	Milliliters (mL)					

Presenting Data:

Use a zero before the decimal for all data (except for statistics as noted below).

Round all percentages to whole numbers, unless the sensitivity of the measurement suggests otherwise.

Number should be spelled out to start a sentence.

Reporting a range (ex. 1 pm to 5 pm (use 1 – 5 pm); 25% to 55% (use 25 – 55%).

Spell out numbers < 10 if it represents a category (ex. patients were divided into four groups).

Statistical symbols and formatting:

P (P), alpha (α) and beta (β) symbols; Note: Do not use a zero before the decimal point in text and tables/figures.

F - *F* test, *F* ratio and *F* score should all be in italics.

Note: Do not use a zero before the decimal point in text and tables/figures.

The following do not require expansion the first time it is use: SD – standard deviation; SE – standard error; CI – confidence interval; HR – hazard ratio; OR – odds ratio

Note: format for data presented as mean and SD: 36.5 ± 4.4 mL/kg/min

Note: format should be OR HR =1.03: 95% CI, .48 – 2.21. Or format when either of the CI values are negative: OR HR =1.03: 95% CI, -0.48 to 2.21

IQR – Interquartile Range; format for reporting median and IQR is: 24 (18, 29)

Common symbols to be used in place of words: <, >, ≤, ≥, =. A space should always be used before and after these symbols.

For Data: Use a zero before the decimal for all data (except for statistics as noted above).

Italics: Except for et al, set Latin terms in italics:

Ad hoc, post hoc, a priori, etc.

Also as noted above: *F* in *F* test, *F* ratio, and *F* score and *P* (*P*), alpha (α) and beta (β) symbols should be in italics

E-PUBLICATION

JCRP will print some accepted articles in electronic format only. Articles are selected at the discretion of the editors. Articles E-published will be assigned to a specific issue of the journal and will be included in the table of contents for that issue. This will help facilitate the timely publication of articles.

RAPID REVIEW MANUSCRIPT SUBMISSION REQUIREMENTS AND DETAILS

The *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* provides a rapid review opportunity for papers that were submitted to a high impact (operationally defined as having an Impact Factor of > 5) clinical journal, were peer reviewed but not accepted for publication in that journal, and the major concerns noted in these reviews can be addressed by the authors in a revised manuscript.

The *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* would welcome the opportunity to provide a rapid evaluation of these manuscripts without the delay expected to complete a review with a new journal submission. Our Editorial team will provide a rapid review to confirm the manuscript has high impact and to evaluate if the revisions adequately addressed the major concerns from the original review. If so, a decision on the manuscript, based on the prior review, will be completed and communicated to the authors within ~6 business days. The *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* reserves the right to require the manuscript to be processed according to the normal review procedures for consideration of publication (authors would be notified within ~6 business days).

Authors seeking this rapid review opportunity for manuscripts will be required to provide the following: the decision letter from the original journal; the peer reviewer comments; two versions of the manuscript, the original submitted to the other journal and a track changes version of the

manuscript showing the changes made to address the reviewers' comments; and a separate file with responses to each comment of the reviewers. Note: the manuscript does not need to be formatted to the *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* style at this stage. If accepted, the authors will be advised at that time to re-format the article.

The cover letter, accompanying the manuscript, should clearly state the request to have the paper be considered through the rapid review option and why the revised paper should be considered as high impact.

AFTER ACCEPTANCE

Page Proofs and Corrections

Corresponding authors will receive electronic page proofs to check the copyedited and typeset article before publication. Portable document format (PDF) files of the typeset pages and support documents (eg, reprint order form) will be sent to the corresponding author by mail. Complete instructions will be provided with the email for downloading and printing the files and for uploading the corrected page proofs via the Editorial Manager site. It is the author's responsibility to ensure that there are no errors in the proofs. Changes that have been made to conform to journal style will stand if they do not alter the authors' meaning. Only the most critical changes to the accuracy of the content will be made. Changes that are stylistic or are a reworking of previously accepted material will be disallowed. The publisher reserves the right to deny any changes that do not affect the accuracy of the content.

COMPLIANCE WITH NIH AND OTHER RESEARCH FUNDING AGENCY ACCESSIBILITY REQUIREMENTS

A number of research funding agencies now require or request authors to submit the post-print (the article after peer review and acceptance but not the final published article) to a repository that is accessible online by all without charge. As a service to our authors, WKH will identify to the National Library of Medicine (NLM) articles that require deposit and will transmit the post-print of an article based on research funded in whole or in part by the National Institutes of Health, Wellcome Trust, Howard Hughes Medical Institute, or other funding agencies to PubMed Central. The revised Copyright Transfer Agreement provides the mechanism.

OPEN ACCESS

Authors of accepted peer-reviewed articles have the choice to pay a fee to allow perpetual unrestricted online access to their published article to readers globally, immediately upon publication. Authors may take advantage of the open access option at the point of acceptance to ensure that this choice has no influence on the peer review and acceptance process. These articles are subject to the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

The article processing charge (APC) is charged on acceptance of the article and should be paid within 30 days by the author, funding agency or institution. Payment must be processed for the article to be published open access. For a list of journals and pricing please visit our [Wolters Kluwer Open Health Journals page](#).

Authors Retain Copyright

Authors retain their copyright for all articles they opt to publish open access. Authors grant Wolters Kluwer an exclusive license to publish the article and the article is made available under the terms of a Creative Commons user license. Please visit our [Open Access Publication Process page](#) for more information.

Creative Commons License

Open access articles are freely available to read, download and share from the time of publication under the terms of the [Creative Commons License Attribution-NonCommercial No Derivative \(CC BY-NC-ND\) license](#). This license does not permit reuse for any commercial purposes nor does it cover the reuse or modification of individual elements of the work (such as figures, tables, etc.) in the creation of derivative works without specific permission.

Compliance with Funder-Mandated Open Access Policies

An author whose work is funded by an organization that mandates the use of the [Creative Commons Attribution \(CC BY\) license](#) is able to meet that requirement through the available open access license for approved funders. Information about the approved funders can be found at: <http://www.wkopenhealth.com/inst-fund.php>

FAQ for Open Access

<http://www.wkopenhealth.com/openaccessfaq.php>