

Incidência, fatores associados e impacto de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica

Incidence, associated factors and impact of pulmonary complications in the postoperative period of pediatric cardiac surgery

Claudiane Ferreira dos Santos¹, Michelli Christina Magalhães Novais², Patrícia de Abreu Farias Carvalho³, Mansueto Gomes Neto⁴, Helena França Correia^{5*}

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação Processos Interativos de Órgãos e Sistemas. Universidade Federal da Bahia, BA. Fisioterapeuta intensivista do Hospital Ana Nery e Hospital Martagão Gesteira; ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação Processos Interativos de Órgãos e Sistemas. Universidade Federal da Bahia, BA. Docente na UNIJORGE e Fisioterapeuta do Hospital Martagão Gesteira; ³Mestranda do Programa de Pós-graduação Medicina e Saúde. Universidade Federal da Bahia, BA. Fisioterapeuta da unidade de terapia intensiva pediátrica do Hospital Universitário Professor Edgar Santos (HUPES-UFBA); ⁴Professor do Departamento de Fisioterapia. Universidade Federal da Bahia - UFBA. Doutor em Medicina e Saúde; ⁵Doutora em Medicina e Saúde Humana. Professora associada. Departamento de Fisioterapia. Instituto Multidisciplinar de Reabilitação e Saúde – UFBA. Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. Instituto de Ciências da Saúde – UFBA.

Resumo

Objetivo: determinar a incidência, os fatores associados e o impacto das complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica. **Metodologia:** estudo de coorte, prospectivo, que incluiu lactentes e crianças submetidas à cirurgia cardíaca em um hospital pediátrico, no período de novembro de 2016 a julho de 2019. Foram coletados dados dos prontuários referentes ao sexo, idade, presença de outras malformações associadas, tipo de cardiopatia, ocorrência de complicações pulmonares, tempo de ventilação mecânica (VM) e de internamento na unidade de terapia intensiva (UTI) e óbito. **Resultados:** a amostra foi constituída por 111 lactentes e crianças, mediana da idade de 13 meses (7-32 meses), 54,1% do sexo feminino. Quanto ao tipo de cardiopatia, 80,2% foram cianogênicas. As complicações pulmonares ocorreram em 44,1% dos casos, sendo a mais frequente a atelectasia. A mediana do tempo de VM foi 8 horas (1-48h) e 45 (40,5%) permaneceram na VM por mais de 24h. A mediana do tempo de internamento na UTI foi de 7 dias (4-12dias). Evoluíram a óbito 7 (14,3%) pacientes. **Conclusão:** a amostra investigada apresentou incidência elevada de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Palavras-chave: Cirurgia torácica. Complicações pós-operatórias. Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica.

Abstract

Objective: to determine the incidence, associated factors and impact of pulmonary complications in the postoperative period of pediatric cardiac surgery. **Methodology:** prospective cohort study, which included infants and children undergoing cardiac surgery in a pediatric hospital, from November 2016 to July 2019. Data were collected from medical records regarding sex, age, presence of other associated malformations, type of heart disease, occurrence of pulmonary complications, duration of mechanical ventilation (MV) and admission to the intensive care unit (ICU) stay and death. **Results:** the sample consisted of 111 infants and children, median age 13 months (7-32 months), 54.1% female. As for the type of heart disease, 80.2% were acyanotic. Pulmonary complications occurred in 44.1% of cases, with atelectasis being the most frequent. The median time on mechanical ventilation (MV) was 8 hours (1-48h) and 45 (40.5%) remained on MV for more than 24h. The median length of stay in the ICU was 7 days (4-12 days). 7 (14.3%) patients died. **Conclusion:** the investigated sample had a high incidence of pulmonary complications in the postoperative period of cardiac surgery. **Keywords:** Thoracic surgery. Postoperative complications. Intensive Care Units, Pediatric.

INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas (CC) podem ser definidas como anormalidades na estrutura do coração e seus grandes vasos (LEGGAT, 2011). Em 2017 a incidência de CC foi estimada em 12 milhões de pessoas, com 300.000 mortes em todo o mundo. O percentual de aumento, por

ano, de CC, varia de 1% a 5%. Nos Estados Unidos, 1/3 das crianças com CC requerem hospitalização durante a infância, sendo realizados 2,4 procedimentos invasivos durante o primeiro ano de vida para cada mil nascidos vivos (BENJAMIN *et al.*, 2019). No Brasil, a CC é a malformação congênita de maior prevalência, estima-se que represente 1% do total de nascimentos (MALTA *et al.*, 2010; PINTO *et al.*, 2015), onde cerca de 80% dos casos precisam de cirurgia cardíaca (MALTA *et al.*, 2010; SOARES, 2018).

Apesar do propósito de melhoria clínica da criança com CC, a cirurgia cardíaca é um procedimento que apre-

Correspondente/Corresponding: *Helena França Correia – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia – End.: Av. Reitor Miguel Calmon s/n-vale do Canela CEP:40.110-100 Salvador/Ba – Tel: (71)3283-8910

senta risco de complicações. Contribuem para a incidência destas, fatores pré-operatórios (HORNİK *et al.*, 2011); o uso de circulação extracorpórea (SILVA *et al.*, 2018; VON UNGERN-STERNBERG *et al.*, 2007) e de anestesia; o maior tempo cirúrgico, de clameamento aórtico e de ventilação mecânica (SILVA *et al.*, 2018).

Especificamente quanto as complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca, a disfunção diafragmática pode ocorrer (GAISSERT; WILCOX, 2016) como resultado de trauma cirúrgico (HEINRICH; MILLER, 2019) e lesão de nervo frênico (HORNİK *et al.*, 2011). A esternotomia mediana proporciona dor, reduzindo volumes pulmonares (GIACOMAZZI; LAGNI; MONTEIRO, 2006) podendo ocasionar atelectasias. Além destas complicações pulmonares, podem ser citadas a pneumonia, o derrame pleural e o pneumotórax (HORNİK *et al.*, 2011).

Particularidades das CC podem influenciar na ocorrência de complicações pulmonares no pós-operatório. Crianças com CC comumente manifestam complicações pulmonares pré-operatórias (LIU *et al.*, 2019; STAYER *et al.*, 2004). Lactentes com CC hiperfluxo apresentam redução da complacência pulmonar dinâmica e aumento da resistência respiratória (STAYER *et al.*, 2004), em um contexto em que a função pulmonar pré-cirúrgica pode aumentar a incidência de complicações pulmonares no pós-operatório e cirurgia cardíaca (LIU *et al.*, 2019).

As complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca podem aumentar o tempo de permanência na unidade de terapia intensiva (UTI) (LAIZO; DELGADO; ROCHA, 2010) e a incidência de mortalidade (HORNİK *et al.*, 2011). Muito se sabe sobre a ocorrência de complicação pulmonar em adultos (GIACOMAZZI; LAGNI; MONTEIRO, 2006), mas há uma necessidade de maiores informações sobre o tema na população infantil, pois seu maior conhecimento pode enfatizar a necessidade de prevenção e de melhor alocação de recursos para esta população. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar a incidência, os fatores associados e o impacto de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo observacional, prospectivo do tipo coorte, de avaliação de dados secundários a partir da análise do prontuário, conduzido entre novembro de 2016 e julho de 2019, com pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca admitidos na UTI do Hospital Martagão Gesteira, centro de referência em pediatria, situado na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Por ter sido um estudo observacional, com coleta realizada em prontuário, sem intervenção ou contato com os pacientes e suas famílias, a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia (Número do parecer: 255.651/2013), com dispensa do Termo de Consentimento e Esclarecido.

A amostra incluiu todos os lactentes e crianças com

idade entre 29 dias a 6 anos e 11 meses, de ambos os sexos, que realizaram cirurgia cardíaca e foram internadas na UTI no pós-operatório, no período do estudo. Pacientes que apresentassem doenças que comprometem a mecânica respiratória (como doenças neuromusculares ou distúrbios da coluna vertebral e da caixa torácica), complicações neurológicas no pós-operatório (como acidente vascular cerebral, alterações neuropsiquiátricas e neuropatias periféricas) que dificultam ou inviabilizam o desmame ventilatório e que não continham informações completas necessárias para este estudo em prontuário, foram excluídos.

As informações quanto ao sexo (masculino ou feminino), idade (em meses), comorbidades (trisomia do cromossomo 21, síndrome de West e pé torto congênito, diagnóstico (persistência do canal arterial, tetralogia de Fallot, defeito do septo atrioventricular total, comunicação interatrial, comunicação interventricular, transposição de grandes artérias e estenose de valva pulmonar); tipo de cardiopatia (cianogênica ou acianogênica), de cirurgia (paliativa ou corretiva) e de incisão cirúrgica (esternotomia ou toracotomia lateral); características transoperatórias (tempo de cirurgia, uso e tempo de circulação extracorpórea), incidência de complicações pós-operatórias pulmonares e de outros sistemas, tempo de ventilação mecânica (VM) pós-cirúrgico (em horas), tempo de internamento na UTI (em dias) e ocorrência de óbito na UTI (da admissão à alta da UTI), foram colhidas dos prontuários.

Para a análise foram consideradas as seguintes complicações pulmonares decorrentes da cirurgia cardíaca: atelectasia, pneumotórax, derrame pleural, pneumonia, quilotórax, paralisia diafragmática, todas colhidas conforme registro médico em prontuário da admissão até a alta da UTI. Além disso, o tempo de VM (em horas), desfecho do desmame da ventilação mecânica, necessidade de terapia expansão pulmonar após a extubação (ventilação mecânica não invasiva), tempo de internação na UTI (em dias) e a de ocorrência de reintubação, foram colhidos através dos registros em prontuário da equipe multiprofissional.

As variáveis categóricas foram expressas em frequências absolutas e relativas. Para as variáveis numéricas foram utilizadas medida de tendência central (média e mediana) e sua variabilidade (desvio padrão e intervalo interquartil), conforme distribuição dos dados. O teste do quiquadrado foi utilizado para a comparação das variáveis categóricas e, quando inadequado, o teste exato de Fisher foi aplicado. O teste t de Student foi utilizado para estabelecer a significância estatística da diferença entre as médias dos grupos. O modelo de regressão logística múltipla foi utilizado para avaliar a capacidade de predição de cada variável independente no desfecho (complicação pulmonar). Após a análise univariada, as variáveis independentes foram inseridas no modelo de regressão logística, caso apresentassem um $p \leq 0,10$, permanecendo no modelo caso permanecessem $p < 0,05$. Foi adotado o procedimento manual para a inserção e a retirada

das variáveis. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. O tratamento estatístico foi realizado utilizando-se o *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 21.0.

RESULTADOS

No período estudado, 115 lactentes e crianças foram submetidas à cirurgia cardíaca e internadas na UTI no pós-operatório, destas, 111 foram analisadas e 4 excluídas por falta de informações em prontuário. A amostra foi constituída de 60 (54,1%) participantes do sexo feminino, mediana da idade de 13 meses (II, 7-32 meses) e um total de 36 (32,4%) apresentando mais de um tipo de CC. A mediana do tempo de VM foi 8 horas (II, 1-48h) e 45 (40,5%) permaneceram na VM por mais de 24h. Um total de 86 (77,5%) lactentes e crianças realizaram cirurgia com CEC, com mediana de tempo de 43 minutos (II, 25 -100 minutos). Os dados demográficos e clínicos dos pacientes estudados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Características demográficas e clínicas dos pacientes da coorte

Variáveis	Pacientes (n=111)
Idade (meses), mediana (II)	13 (7-32)
Sexo feminino, n (%)	60 (54,1)
Tipo de cardiopatia, n (%)	
Cianogênica	22 (19,8)
Acianogênica	89 (80,2)
Cirurgia com CEC, n (%)	86 (77,5)
Tipo de cirurgia, n (%)	
Paliativa	6 (5,4)
Corretiva	105 (94,6)
Esternotomia, n (%)	84 (75,7)
Doenças associadas, n (%)	
Trissomia do 21	21 (18,9)
Outras síndromes genéticas	9 (8,1)
Comorbidades associadas	10 (9)
Diagnóstico, n (%)	
Mais de uma malformação cardíaca congênita	36 (32,4)
CIV	20 (18)
TF4	20 (18)
PCA	15 (13,5)
CIA	9 (8,1)
DSAV	7 (6,3)
Coarctação da aorta	3 (2,7)
Tempo de VM em horas, mediana (II)	8 (1-48)
Tempo de VM \geq 24h, n(%)	45 (40,5)
Tempo de internamento na UTI em dias, mediana (II)	7 (4-12)

II = Intervalo interquartilico; CEC= circulação extracorpórea; CIA=comunicação interatrial; CIV=comunicação interventricular; PCA=persistência do canal arterial; DSAV=defeito do septo atrioventricular, TF4=tetralogia de Fallot; VM= ventilação mecânica; UTI= unidade de terapia intensiva.

Fonte: autoria própria

Dos 111 lactentes e crianças estudados, 49 (44,1%) desenvolveram algum tipo de complicação pulmonar no

pós-operatório, apresentando a seguinte distribuição de incidência: atelectasia em 32 (28,8%), derrame pleural em 12 (10,8%), pneumonia em 10 (9,0%), pneumotórax em 7 (6,3%), hemorragia alveolar em 4 (3,6%), quilotórax em 3 (2,7%), paralisia diafragmática em 2 (1,8%) e síndrome do desconforto respiratório agudo em 2 (1,8%) lactentes e crianças. Desses 49 participantes, dezesseis (32,7%) apresentaram duas ou mais complicações pulmonares, sendo que 31 (63,3%) dessas complicações ocorreram até o segundo dia de pós-operatório.

Na Tabela 2 seguem apresentados os dados da análise univariada para a ocorrência de complicação pulmonar. Variáveis relacionadas ao procedimento cirúrgico, como tempo de circulação extracorpórea e a realização de esternotomia, não apresentaram associação com a ocorrência de complicações pulmonares. Após ajuste para outras variáveis, a idade foi independentemente associada com a ocorrência de complicações pulmonares, OR= 0,97, IC 95% (0,95-0,99), $p=0,023$

Tabela 2 – Análise univariada dos fatores associado a complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica

Variáveis	Complicação Pulmonar		P
	Sim (n=49)	Não (n=62)	
Idade (meses), mediana (II)	9 (5-15)	17,5 (9,75-47)	<0,001
Sexo feminino, n (%)	30 (61,2)	30 (48,4)	0,18
Tipo de cardiopatia, n (%)			
Cianogênica	8 (16,3)	14 (22,6)	0,41
Acianogênica	41 (83,7)	48 (77,4)	
Cirurgia com CEC, n (%)	37 (75,5)	49 (79)	0,66
Tipo de cirurgia			
Paliativa	6 (12,2)	–	0,006
Corretiva	43 (87,8)	62 (100)	
Esternotomia, n (%)	37 (75,5)	47 (75,8)	0,97
Doenças associadas, n (%)	25 (51)	21 (33,9)	0,07
Tempo de VM em horas, mediana (II)	11 (1-144)	5 (0,75-26,25)	0,10

CEC = Circulação extracorpórea; VM= Ventilação mecânica; II = Intervalo Interquartilico

Fonte: autoria própria

Os lactentes e crianças que evoluíram com complicação pulmonar apresentaram maior mediana de tempo de internamento na UTI, quando comparados aos que não desenvolveram (10, 6-27 dias vs 4, 3-7 dias, $p < 0,001$). A necessidade de reintubação, em até 48h, foi significativamente maior nos que desenvolveram complicação pulmonar (22,4% vs. 6,5%, $p=0,014$). Um total de sete (14,3%) lactentes e crianças que cursaram com complicação pulmonar evoluíram à óbito na UTI. Não houve óbito entre os participantes que não apresentaram complicação pulmonar.

DISCUSSÃO

Este estudo analisou a incidência, os fatores associados e o impacto de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica. Dos

participantes analisados, 44,1% desenvolveram algum tipo de complicação pulmonar. A idade constituiu um fator independentemente associado a ocorrência dessas complicações. Os lactentes e crianças que evoluíram com complicações pulmonares apresentaram maior mediana de tempo de internamento na UTI e maior incidência de reintubação em até 48h. O desfecho óbito ocorreu apenas entre os que cursaram com complicação pulmonar.

A frequência de crianças com CC acianogênicas foi superior à de cianogênicas neste estudo, sendo, respectivamente, 80,2% e 19,8%. Esta proporção é similar a identificada no estudo epidemiológico brasileiro realizado por Aragão *et al.* (2013), onde de 70% das CC eram acianogênicas. A tetratogia da Fallot (18%) e a comunicação interventricular foram os defeitos cardíacos congênitos mais identificados entre os participando do presente estudo. A comunicação interventricular é uma CC caracterizada pelo hiperfluxo pulmonar, que pode ocasionar complicações como a congestão pulmonar, a hipertensão pulmonar e, até mesmo, ao edema agudo de pulmão (em casos de graves de descompensação), prejudicando a relação ventilação perfusão e conseqüentemente a troca gasosa.

Um total de 17% dos participantes deste estudo apresentava, além da CC, malformações ou síndromes, sendo a mais frequente a trissomia do 21 (8,1%). A ocorrência de CC em crianças com trissomia do 21 é frequente, segundo Wiseman *et al.* (2009), cerca da metade das crianças com essa síndrome apresenta algum problema cardíaco. Na UTI crianças com a trissomia do 21 estão mais expostas ao desenvolvimento de complicações pulmonares por conta das alterações anatômicas e funcionais das vias aéreas, vascularização pulmonar, hipotonia e o atraso do desenvolvimento (WISEMAN *et al.*, 2009).

A incidência de complicações pulmonares encontrada foi de 49 (44,1%). Em outro estudo (LOPES *et al.*, 2018), também realizado no Brasil, com crianças submetidas a cirurgias cardíacas, 53,8% da amostra apresentou algum tipo de complicação pulmonar, incidência semelhante à nossa. A atelectasia foi a complicação pulmonar mais frequente neste estudo, representando 65,3% dos casos. A indução anestésica, necessária ao procedimento cirúrgico cardíaco, enquanto ainda presente no organismo leva ao deslocamento cefálico do diafragma e a alteração do padrão respiratório, tornando-o superficial e contribuindo para redução da ventilação alveolar (SILVA *et al.*, 2011). Além disso, a literatura científica evidencia que a dor, ocasionada pela presença de drenos e decorrente da incisão cirúrgica, bem como o decúbito prolongado no leito, podem contribuir para a ocorrência de atelectasias (SILVA *et al.*, 2011). Apesar disso, não houve associação entre a esternotomia e a presença de complicações pulmonares no nosso estudo.

A segunda complicação pulmonar mais frequente neste estudo foi o derrame pleural e a terceira a pneumonia presentes em, respectivamente, 10,8% e 9,0% dos participantes. Soares (2018) em estudo realizado com a mesma população encontraram a pneumonia como

principal complicação pulmonar (38,5%), já a atelectasia apenas em quarto lugar, representando 4,6% dos casos. O derrame pleural é uma complicação que pode ocorrer em pacientes com pneumonia e, dado seu padrão restritivo, pode contribuir para o surgimento de atelectasia (JOHNSTON; DE CARVALHO, 2008). A pneumonia pode ser proveniente de infecções pré, trans, ou pós-operatórias. Especificamente no pós-operatório um fator que contribui para a ocorrência de pneumonia é o elevado tempo de uso da VM (NEPOMUCENO *et al.*, 2014) sendo que, neste estudo, 40,5 % dos participantes permaneceram em VM por período maior igual à 24h.

A sedação administrada para a realização da cirurgia cardíaca leva ao rebaixamento de nível de consciência e, concomitantemente, a necessidade de uso de VM durante o procedimento (VIEIRA; SILVA; GARCIA, 2002). No presente estudo as crianças permaneceram uma mediana de 8 horas em VM após a cirurgia cardíaca, enquanto no de Hasan e colaboradores (2017) a média do tempo de VM foi de 10,8 horas, sendo que 53,2% dos pacientes foram extubados ao cessar o efeito na narcose anestésica. No pós-cirúrgico e após o despertar, os pacientes de cirurgia cardíaca tendem a ser extubados o mais rápido possível, diante dos riscos conhecidos da VM prolongada, como a pneumonia e a fraqueza muscular respiratória (CORDEIRO *et al.*, 2016). Ressalta-se que a presença de complicações pulmonares foi associada ao prolongamento da VM em estudo prévio (AGARWAL *et al.*, 2014). Neste estudo, a necessidade de reintubação, em até 48h, foi significativamente maior nos que desenvolveram complicação pulmonar. Entretanto, apesar da mediana do tempo de VM ter sido superior no grupo que apresentou complicações pulmonares, essa associação não foi encontrada.

A despeito do potencial de ocasionar resposta inflamatória e complicações pulmonares (MESQUITA *et al.*, 2010) o tempo de circulação extracorpórea não apresentou associação com o surgimento de complicações pulmonares neste estudo, diferente do observado por Hasan *et al.* (2017) em que houve essa associação.

Em um estudo retrospectivo que acompanhou a evolução de crianças submetidas à cirurgia de correção de CC, o grupo com crianças com média de idade de 18 meses desenvolveu complicações respiratórias pós-operatórias enquanto o grupo com crianças com média de idade de 53 meses não desenvolveu este tipo de complicação (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Neste estudo também foi possível observar que os pacientes que tiveram complicações pulmonares tinham uma mediana de idade de menor que aqueles que não apresentaram, demonstrando que a idade teve impacto como fator de risco para o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica, havendo associação entre essas variáveis analisadas.

Neste estudo, os lactentes e crianças que evoluíram com complicação pulmonar apresentaram maior tempo de internamento na UTI quando comparados aos que não desenvolveram essas complicações. Além disso,

todos os pacientes que evoluíram a óbito apresentaram complicação pulmonar durante o internamento na UTI. Esse resultado é compatível com o encontrado em outro estudo (AGARWAL *et al.*, 2014), em que todos os 22 pacientes que foram a óbito também apresentaram complicação pulmonar. Complicações pós-operatórias, como as pulmonares, podem prolongar o tempo de internamento e deixar o paciente mais suscetível a adquirir comorbidades e infecções (NEPOMUCENO *et al.*, 2014), aumentando o risco de óbito.

Este estudo apresenta limitações como a utilização de dados secundários havendo, deste modo, a possibilidade viés por falha de registro. Além disso, foi realizado em um único centro, sendo ele de natureza filantrópica, o que exige cautela ao extrapolar os resultados encontrados.

Os fatores de risco e as complicações pulmonares apresentadas podem direcionar melhorias na assistência de crianças no pós-operatório de cirurgia cardíaca, otimizando a prevenção desses eventos. Todavia, cabe a realização de novos estudos longitudinais, com maior tamanho amostral, preferencialmente prospectivos e multicêntricos, que investiguem a incidência dessas complicações também em hospitais que realizam a cirurgia cardíaca pediátrica em outro regime de atendimento.

CONCLUSÃO

A amostra investigada neste estudo apresentou incidência elevada de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca, estando presentes em quase metade das crianças analisadas. A idade constituiu um fator independentemente associado à ocorrência das complicações pulmonares. Além disso, maior incidência de reintubação em até 48h, maior tempo de internamento e ocorrência de óbito foram encontrados entre os que apresentaram complicações pulmonares.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, H. S. *et al.* Postoperative complications and association with outcomes in pediatric cardiac surgery. **J. thorac. cardiovasc. surg.**, Tokyo, v. 148, n. 2, p. 609-616, 2014.
- ARAGÃO, J.A. *et al.* O perfil epidemiológico dos pacientes com cardiopatias congênitas submetidos à cirurgia no Hospital do Coração. **Rev. bras. ciênc. Saúde**, João Pessoa, v. 17, n. 3, p. 263-268, 2013.
- BENJAMIN, E. J. *et al.* Heart disease and stroke statistics-2019 update: A report from the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 139, n. 10, e56–e528, 2019.
- CORDEIRO, A. L. L. *et al.* Tempo de ventilação mecânica e força muscular periférica na pós-cirurgia cardíaca. **Int. j. cardiovasc. sci.**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 2, p.134-138, 2016.
- GAISSERT, H.; WILCOX, S. R. Diaphragmatic dysfunction after thoracic operations. **Thorac cardiovasc. surg.**, Stuttgart, v. 64, n. 8, p. 621-630, 2016.
- GIACOMAZZI, C. M.; LAGNI, V. B.; MONTEIRO, M. B. A dor pós-operatória como contribuinte do prejuízo na função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Braz. j. cardiovasc. surg.**, [s.l.], v. 21, n. 4, p. 386-392, 2006.

- HASAN, M. N. A. *et al.* Post operative pulmonary complications following surgery for congenital heart disease. **J. bangladesh coll. phys. surg.**, Dhaka, v. 35, n. 2, p. 52-60, 2017.
- HEINRICH, E. N.; MILLER, M. S. Iatrogenic diaphragmatic hernia in an infant following cardiac surgery: the culprit in a case of unresolved respiratory distress: Case report and review of the literature. **Cardiol. young.**, Hong Kong, v. 29, n. 2, p. 238-244, 2019.
- HORNIK, C. P. *et al.* Complications after the Norwood operation: an analysis of the society of thoracic surgeons congenital heart surgery database. **Ann. thorac. surg.**, Boston, v. 92, n.5, p. 1734-1740, 2011.
- JOHNSTON, C.; DE CARVALHO, W. B. Atelectasias em pediatria: mecanismos, diagnóstico e tratamento. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, São Paulo, v. 54, n. 5, p. 455-460, 2008.
- LAIZO, A.; DELGADO, F.E da F.; ROCHA, G.M. Complicações que aumentam o tempo de permanência na unidade de terapia intensiva na cirurgia cardíaca. **Rev. bras. cir. cardiovasc.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 166-171, 2010.
- LEGGAT, S. **CHILDHOOD heart disease in Australia: current practices and future needs.** 2011. Disponível em: https://www.heartkids.org.au/wp-content/uploads/2012/01/White_Paper_A4_M2. Acesso em: 03 jul. 2021.
- LIU, X. *et al.* The predictive value of infant-specific preoperative pulmonary function tests in postoperative pulmonary complications in infants with congenital heart diseases. **Dis. markers**, Chichester, v. 2019, 2019. DOI: 10.1155/2019/2781234.
- LOPES, S. A. V. do A. *et al.* Mortality for critical congenital heart diseases and associated risk factors in newborns: a cohort study. **Arq. bras. cardiol.**, São Paulo, v. 111, n. 5, p. 674-675, 2018.
- MALTA, D.C. *et al.* Avoidable causes of infant mortality in Brazil, 1997-2006: Contributions to performance evaluation of the unified national health system. **Cad. saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 481-491, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2010000300006>.
- MESQUITA, B.F. *et al.* Resposta inflamatória na circulação extracorpórea: estratégias terapêuticas. **Rev. méd. Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 20, n. 4, p. 65-75, 2010.
- NEPOMUCENO, R. D. M. *et al.* Fatores de risco modificáveis para pneumonia associada à ventilação mecânica em terapia intensiva. **Rev. Epidemiol. Control. Infecção**, Rio Grande do sul, v. 4, n. 1, p. 23-27, 2014.
- OLIVEIRA, P. M. N. *et al.* Perfil das crianças submetidas à correção de cardiopatia congênita e análise das complicações respiratórias. **Rev. paul. pediatr.**, São Paulo, v. 30, n. 1, p.116-137, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-05822012000100017>.
- PINTO JUNIOR, V. C. *et al.* Epidemiologia da cardiopatia congênita no Brasil. **Braz. J. Cardiovasc. Surg.**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 219-224, 2015.
- SILVA, A. C. S. S. da. *et al.* Clinical and laboratory variables associated with mortality outcome in the post-operative pediatric cardiac surgery. **Esc Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p.1-7, 2018.
- SILVA, M. E. M. da. *et al.* Cirurgia cardíaca pediátrica: o que esperar da intervenção fisioterapêutica? **Braz. J. Cardiovasc. Surg.**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 264-272, 2011.
- STAYER, S. A. *et al.* Changes in respiratory mechanics among infants undergoing heart surgery. **Anesth analg.**, Cleveland, v. 98, n. 1, p. 49-55, 2004.
- VIEIRA, E. J.; SILVA, B. A. R.; GARCIA, D. Padrões de ventilação em anestesia: estudo retrospectivo. **Rev. bras. anesthesiol.**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 6, p. 756-763, 2002.

VON UNGERN-STERNBERG, B. S. *et al.* Effect of cardiopulmonary bypass and aortic clamping on functional residual capacity and ventilation distribution in children. **J. thorac. cardiovasc. surg.**, Tokyo, v. 134, n. 5, p. 1193-1198, 2007.

WISEMAN, F. K. *et al.* Down syndrome – Recent progress and future prospects. **Hum. mol. genet.**, Oxford, v. 18, n. R1, p. 75-83, 2009.

Submetido em: 17/06/2021

Aceito em: 17/11/2021