



MINISTÉRIO DA SAÚDE  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE ENSINO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

**JÉSSICA GONÇALVES DE LIMA**

IDENTIFICAÇÃO DE PREDITORES PARA PRESCRIÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO-  
INVASIVA NO PÓS- OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM ADULTOS.

RIO DE JANEIRO

2023

JÉSSICA GONÇALVES DE LIMA

IDENTIFICAÇÃO DE PREDITORES PARA PRESCRIÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO-  
INVASIVA NO PÓS- OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM ADULTOS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ciências Cardiovasculares, do Instituto Nacional de Cardiologia, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Cardiovasculares.

Orientador (es): Prof. Dr. Luiz Fernando Rodrigues Junior

Prof. Dr. Mauro Felipe Felix Mediano

RIO DE JANEIRO

2023

L732i Lima, Jéssica Gonçalves de.

Identificação de preditores para prescrição da ventilação não-invasiva no pós- operatório de cirurgia cardíaca em adultos / Jéssica Gonçalves de Lima. – Rio de Janeiro, 2021.

117 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Cardiovasculares) Instituto Nacional de Cardiologia – INC

1. Cirurgia Torácica . 2. Procedimentos Cirúrgicos Cardiovasculares. 3. Ventilação Não Invasiva. 4. Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas 5. Variável Preditora I. Título.

## JÉSSICA GONÇALVES DE LIMA

IDENTIFICAÇÃO DE PREDITORES PARA PRESCRIÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO-  
INVASIVA NO PÓS- OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM ADULTOS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ciências Cardiovasculares, do Instituto Nacional de Cardiologia, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Cardiovasculares.

Aprovada em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Fernando Rodrigues Junior  
Orientador  
Instituto Nacional de Cardiologia

---

Prof. Dr. Mauro Felipe Felix Mediano  
Coorientador  
Instituto Nacional de Cardiologia

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Rocha de Lorenzo  
Membro interno  
Instituto Nacional de Cardiologia

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Grazielle Vilas Boas Huguenin  
Membro interno  
Instituto Nacional de Cardiologia

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Moisés Camilo  
Membro externo  
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lilian Moreira do Prado  
Membro interno (suplente)  
Instituto Nacional de Cardiologia

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>o</sup> Tiago Batista da Costa Xavier  
Membro externo (suplente)  
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

---

“Deus não poderia inspirar em mim desejos irrealizáveis”

(Santa Teresa do Menino Jesus)

## AGRADECIMENTOS

“Alegrai-vos sempre. Orai sem cessar. Em tudo dai graças.” (1 Tessalonicenses 5:16-18). Não há como iniciar esta página citando outro que não Deus. À Ele, agradeço por fortalecer meu espírito diante das provações no decorrer deste trabalho que começou em julho de 2020, em meio à pandemia de COVID-19. Comecei a escrevê-lo como forma de manter viva a esperança num futuro, que parecia tão distante, mas que graças à Ele finalmente aconteceu. O futuro chegou, agora é presente e é cheio de vida, luz e esperança em dias melhores. Obrigada, Senhor!

A minha mãe, Luciene Gonçalves de Lima Souza, meu exemplo de força e coragem. Se hoje estou aqui subindo mais um degrau foi porque ela não desistiu e, mesmo sozinha, deu-me todas as oportunidades que não pôde ter. Este trabalho e toda minha vida acadêmica é graças a você e para você, mãe! Muito obrigada!

Ao meu marido, Leonardo Amaral, por todo apoio incondicional e carinho mesmo nos meus piores dias. Léo, você me prova a todo momento quanto o amor pode ser “paciente e bondoso”, por isso agradeço e dedico este trabalho a você também. Resistimos e vencemos mais esta etapa juntos! Amo você! Obrigada!

Ao meu orientador, professor Luiz Fernando, que me acolheu e orientou não só este trabalho, mas diversas situações que ocorreram na minha vida... Em alguns momentos foi mais que um orientador, foi um amigo. Por isso agradeço a paciência, generosidade e oportunidade. Obrigada por acreditar neste trabalho e em mim desde o início.

Ao meu coorientador, professor Mauro Mediano, pela sensibilidade ao identificar meu perfil em nossa primeira conversa, em 2020, e me encaminhar para a orientação do professor Luiz Fernando. Agradeço ainda pelos apontamentos e contribuições neste trabalho.

A Victória Maria Garcia, fisioterapeuta e pesquisadora voluntária do INC, que se tornou uma grande amiga na pesquisa e na vida! Victória, você é incrível e seu futuro é brilhante! Obrigada pela parceria, minha amiga!

Aos alunos da iniciação científica Fernando Jesus, Thaísa Sarmiento e Gabriella Arena. Obrigada pela ajuda durante a coleta de dados e por ajudarem a desenvolver este trabalho com alegria e disposição. Saibam que um pedacinho de vocês está aqui também! Juntos fomos mais fortes!

A minha família pelas orações e torcida de sempre! Minha avó Cleusa, meus tios Lucinéia e Robson, minhas primas Joyce e Gisele, meus afilhados Luiz Roberto e Alexandre... Vocês enchem minha vida de alegria! Pensar que tenho o amor e apoio de vocês me traz segurança e paz.

Ao meu sogro, Magno Jorge Amaral (*in memoriam*), uma das melhores pessoas que já conheci e que infelizmente partiu durante a realização deste trabalho. Mesmo diante do enorme vazio que deixou, agradeço pelos momentos de alegria, pelo suporte em tudo e por me tratar como sua filha durante os anos que passamos juntos.

Aos meus “campanhas” do Hospital Naval Marcílio Dias agradeço pelos incentivos, trocas de plantão e apoio durante este trabalho. Um agradecimento especial para minhas amigas de turma 1° Ten. Fabiana, 1° Ten. Layla, 1° Ten. Ana Carla e 1° Ten. Rachel por dividirem as alegrias e “perrengues” desde 2019.

As minhas chefes, Capitão de Fragata Fernanda Puga e Capitão de Fragata Luciane Francis pelo acolhimento quando precisei e pelo respeito diante de minhas demandas pessoais. MUITÍSSIMO, obrigada!

Agradeço à Marinha do Brasil, ao Hospital Naval Marcílio Dias, em especial ao setor de Fisioterapia, por me proporcionar a valorização profissional e pessoal que sempre busquei. Parafraseando minha amiga 1° Ten. Fabiana: “Eu amo essa Marinha!”.

Ao Instituto Nacional de Cardiologia (INC) por ter dado à minha turma de faculdade a oportunidade de visitar a Instituição, em 2010. Depois, em 2017, pude retornar como residente e vivenciar por 6 meses a rotina da Unidade de Terapia Cardiointensiva Cirúrgica (UTCIC) por intermédio da Residência Multiprofissional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E em 2021 pude, mais uma vez, ter o privilégio de retornar para iniciar no programa de Mestrado Profissional em Ciências Cardiovasculares. Obrigada, INC!

A todos os professores e demais profissionais envolvidos no programa de mestrado do INC. Agradeço especialmente ao professor Marcelo Correia (pela paciência em estatística), às bibliotecárias Francijane Oliveira e Cyntia Aguiar pelo auxílio com as buscas na literatura e orientações de formatação, à Isabel Nóbrega, responsável pelo REDCap, pelo enorme auxílio com o banco de dados e à Amanda

Cristina, secretária da pós-graduação, que sempre muito simpática e cheia de boa vontade me ajudou em diversos assuntos burocráticos referentes ao mestrado.

Aos pacientes, que permitiram o registro de seus dados durante a internação no INC e que conseqüentemente permitiram a realização deste trabalho. Obrigada pela contribuição para ciência e para o futuro.

“Sonhar é acordar-se para dentro:  
de súbito me vejo em pleno sonho  
e no jogo em que todo me concentro  
mais uma carta sobre a mesa ponho.  
Mais outra! É o jogo atroz do Tudo ou Nada!  
E quase que escurece a chama triste...  
E, a cada parada uma pancada,  
o coração, exausto, ainda insiste”.

(Mário Quintana)

## RESUMO

**Introdução:** Indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca podem apresentar – em decorrência da esternotomia mediana, manipulação cirúrgica, anestesia geral e da circulação extracorpórea (CEC) – algumas complicações pulmonares no decorrer do período pós-operatório (PO). Nesse contexto, a ventilação não-invasiva com pressão positiva (VNIPP) objetiva a manutenção da expansão alveolar a fim de otimizar as trocas gasosas, reduzir atelectasias, reduzir o trabalho respiratório, melhorar a hemodinâmica e reduzir a hipoxemia. Contudo, o uso indiscriminado da VNI de forma profilática rotineiramente em pacientes no PO de cirurgia cardíaca dependeria do aumento de recursos humanos e financeiros. Portanto, definir os critérios para prescrição da VNI nos pacientes em PO de cirurgia cardíaca poderá permitir melhor utilização dos recursos (humanos ou materiais) e ainda a possível redução do tempo de internação hospitalar sendo vantajoso economicamente para o Sistema Único de Saúde (SUS). **Objetivo:** Revisar, baseado em evidências, o protocolo de aplicação de VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca em adultos. **Métodos:** Estudo transversal retrospectivo composto por 691 sujeitos que estiveram internados na Unidade de Terapia Cardiointensiva Cirúrgica (UTCIC) após cirurgia cardíaca no Instituto Nacional de Cardiologia (INC), Rio de Janeiro, no período de outubro de 2018 a março de 2020. Do total de pacientes elegíveis (n=691), após a aplicação dos critérios de exclusão, foram analisados 667 prontuários. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados do Serviço de Fisioterapia do INC, armazenado na plataforma REDCap (Research Electronic Data Capture) e complementado com base na revisão dos registros em prontuário físico e nos sistemas de armazenamento e gestão de dados hospitalares MV2000 e PAGU. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software de estatística e ciência de dados, STATA 16 (Stata Corp USA). **Resultados:** A maioria dos pacientes era do sexo masculino (59,6%) e apresentaram uma mediana de idade de 58 anos. A mediana do IMC (kg.m<sup>-2</sup>) foi de 25,8 [23,2 – 29,1], FEVE (%) 60,0 [48 – 68] e risco pré-operatório (%) 2,1 [1,1 – 4,6]. A maioria dos sujeitos eram da cor branca (52,8%) e o tipo de cirurgia mais realizada foi a Revascularização do miocárdio (CRVM) (42,0%) seguida pelas cirurgias valvares (37,9%). No modelo multivariado do pós-operatório (Pré-EOT) as variáveis que estiveram associadas à indicação da VNI curativa foram CEC, relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (pré-EOT), idade e classe funcional (NYHA 3 e 4). A P/F pré-EOT mais baixa esteve

associada à VNI enquanto a classe funcional avaliada pela NYHA mostrou-se importante na associação com a necessidade da VNI. O modelo final de análise multivariada, ajustado por idade e sexo e com as variáveis do pré, intra e pós-operatório apresentou somente as variáveis idade e NYHA 4 associadas à necessidade de VNI. **Conclusão:** Pacientes com idade e um status funcional avançados apresentam maior associação com a necessidade de VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca com esternotomia mediana.

Palavras-chave: Cirurgia torácica. Procedimentos Cirúrgicos Cardiovasculares. Ventilação não invasiva. Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas

## ABSTRACT

**Introduction:** Individuals undergoing cardiac surgery may present – as a result of median sternotomy, surgical manipulation, general anesthesia and cardiopulmonary bypass (CPB) – some pulmonary complications during the postoperative period (PO). In this context, non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) aims to maintain alveolar expansion in order to optimize gas exchange, reduce atelectasis, reduce the work of breathing, improve hemodynamics and reduce hypoxemia. However, the indiscriminate use of NIV prophylactically routinely in patients in the postoperative period of cardiac surgery would depend on an increase in human and financial resources. Therefore, defining the criteria for prescribing NIV in patients undergoing cardiac surgery may allow better use of resources (human or material) and also a possible reduction in the length of hospital stay, being economically advantageous for the Unified Health System (SUS). **Objective:** To review, based on evidence, the NIV application protocol in the postoperative period of cardiac surgery in adults. **Methods:** Retrospective cross-sectional study comprising 691 subjects who were admitted to the Surgical Cardiointensive Care Unit (UTCIC) after cardiac surgery at the National Institute of Cardiology (INC), Rio de Janeiro, from October 2018 to March 2020. Of the total number of eligible patients (N=691), after applying the exclusion criteria, 667 medical records were analyzed. The data were obtained through the database of the INC Physiotherapy Service, stored on the REDCap platform (Research Electronic Data Capture) and complemented based on the review of records in physical medical records and in the hospital data storage and management systems MV2000 and PAY. All analyzes were performed using the statistics and data science software, STATA 16 (Stata Corp USA). **Results:** The majority of patients were male (59.6%) and had an average age of 58 years. BMI (kg.m<sup>-2</sup>) was 25.8 [23.2 – 29.1], LVEF (%) 60.0 [48 – 68] and Preoperative risk (%) 2.1 [1, 1 – 4.6]. The majority of subjects were white (52.8%) and the most commonly performed type of surgery was MVR (42.0%), followed by valve surgeries (37.9%). In the multivariate Postoperative model (Pre-EOT), the variables that presented P<0.05 and were associated with the indication of curative NIV were CPB, P/F (pre-EOT), Age, NYHA 3 and NYHA 4. Lower pre-EOT PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio was associated with NIV while the functional class assessed by NYHA proved to be important in the association with the need for NIV. In the final multivariate analysis model, adjusted for age and sex and with pre-, intra- and postoperative

variables, only the variables age and NYHA 4 were associated with the need for NIV.

**Conclusion:** Patients with advanced age and functional status have a greater association with the need for NIV in the postoperative period of cardiac surgery with median sternotomy.

Keywords: Thoracic surgery. Cardiovascular Surgical Procedures. Non-invasive ventilation. Continuous Positive Airway Pressure.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>1 Figura 1</b>	Utilização da ventilação não invasiva para retirada da ventilação mecânica.....	23
<b>2 Quadro 1</b>	Os fatores de risco para IRpA pós-extubação.....	24
<b>3 Figura 2.</b>	Fluxograma do Estudo.....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Descrição das variáveis antropométricas e de pré-operatório.....	37
<b>Tabela 2.</b> Descrição das variáveis de pré-operatório.....	38
<b>Tabela 3.</b> Descrição das variáveis de intra-operatório.....	39
<b>Tabela 4.</b> Descrição das variáveis de pós-operatório.....	41
<b>Tabela 5.</b> Descrição das variáveis relativas a aplicação da VNI.....	44
<b>Tabela 6.</b> Descrição da VNI prescrita para hipoxemia, aumento do trabalho respiratório, hipoxemia e aumento do trabalho respiratório, profilática e não informada.....	46
<b>Tabela 7:</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a prescrição da VNI.....	48
<b>Tabela 8:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a prescrição da VNI considerando $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo e idade.....	49
<b>Tabela 9:</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI considerando $P < 0,1$ .....	50
<b>Tabela 10:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI considerando $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo, idade e variáveis preditoras do pré-operatório.....	51
<b>Tabela 11:</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório e a prescrição da VNI considerando $P < 0,1$ .....	52
<b>Tabela 12:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório pré-EOT e a prescrição da VNI considerando $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo, idade e variáveis preditoras do pré e do intra-operatório.....	53

<b>Tabela 13:</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (D1) e a prescrição da VNI considerando $P < 0,1$ .....	54
<b>Tabela 14:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (D1) e a prescrição da VNI considerando $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo, idade e variáveis preditoras do pré e do intra-operatório.....	55
<b>Tabela 15.</b> Modelo de regressão linear avaliando associação entre as variáveis do Pré-operatório e as ventilações não-invasivas curativas.....	56
<b>Tabela 16:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando $P < 0,05$ .....	58
<b>Tabela 17:</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando $P < 0,1$ .....	59
<b>Tabela 18:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando $P < 0,05$ , sem ajustes.....	60
<b>Tabela 19:</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (Pré-EOT) e a prescrição da VNI curativa considerando $P < 0,1$ .....	61
<b>Tabela 20:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (Pré-EOT) e a prescrição da VNI curativa considerando $P < 0,05$ .....	62
<b>Tabela 21:</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do D1 de pós-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando $P < 0,1$ .....	63
<b>Tabela 22:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do D1 de pós-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando $P < 0,05$ .....	64
<b>Tabela 23:</b> Regressão logística multivariada ajustado pelas variáveis independentes do pré, intra e pós-operatório considerando $P < 0,05$ .....	64

<b>Tabela 24:</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre todas as variáveis que apresentaram $P < 0,1$ no pré, intra e pós-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando $p < 0,05$ .....	65
<b>Tabela 25.</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do Pré-operatório e sucesso da VNI curativa considerando $P < 0,1$ .....	66
<b>Tabela 26.</b> Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis de Intra-operatório e sucesso da VNI curativa considerando $P < 0,1$ .....	67
<b>Tabela 27.</b> Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis de Intra-operatório e sucesso da VNI curativa considerando $P < 0,05$ .....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APACHE	Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
AVC	Acidente Vascular Cerebral
BH	Balanço Hídrico
BIA	Balão Intra-Aórtico
BIPAP	Ventilação com Dois Níveis de Pressão Positiva
CEC	Circulação Extracorpórea
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
Clamp	Clampeamento Aórtico
CRVM	Cirurgia de Revascularização do Miocárdio
CV	Capacidade Vital
CVF	Capacidade Vital Forçada
DLP	Dislipidemia
DM	Diabetes Mellitus
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
DVP	Doença Vascular Periférica
EOT	Extubação Orotraqueal
EuroSCORE	European System for Cardiac Operative Risk
FC	Frequência Cardíaca
FEVE	Fração de Ejeção de Ventrículo Esquerdo
FiO <sub>2</sub>	Fração Inspirada de Oxigênio
GSA	Gasometria Arterial
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica

IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
ICC	Insuficiência Cardíaca Congestiva
IMC	Índice de Massa Corporal
IOT	Intubação Orotraqueal
IPAP	Pressão Inspiratória Positiva nas Vias Aéreas
IRpA	Insuficiência Respiratória Aguda
NYHA	New York Heart Association
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
P/F	Relação entre PO <sub>2</sub> e FiO <sub>2</sub>
PaO <sub>2</sub>	Pressão Arterial de Oxigênio
PEEP	Pressão Positiva Expiratória Final
Pemáx	Pressão Expiratória Máxima
Pimáx	Pressão Inspiratória Máxima
PO	Pós- operatório
PPico	Pressão de Pico
PPL	Pressão de Platô
PSV	Ventilação com Pressão de suporte
RASS	<i>Richmond Agitation-Sedation Scale</i>
REDCap	Research Electronic Data Capture
SAPS II	Simplified Acute Physiology Score
SDRA	Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
SUS	Sistema Único de Saúde
TC6	Teste de Caminhada de 6 Minutos

TCUD	Termo de Compromisso de Utilização de Dados
TMI	Treinamento Muscular Inspiratório
TRE	Teste de Respiração Espontânea
UTCIC	Unidade de Terapia Cardiointensiva Cirúrgica
VEF1	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo da Expiração
VMI	Ventilação Mecânica Invasiva
VNI	Ventilação Não-Invasiva
VNIPP	Ventilação Não-Invasiva com Pressão Positiva

## SUMÁRIO

### Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
2.1 CIRURGIA CARDÍACA.....	22
2.2 A CIRURGIA CARDÍACA E AS COMPLICAÇÕES PULMONARES.....	23
2.3 VENTILAÇÃO NÃO-INVASIVA.....	25
2.4 VNI NO PO DE CIRURGIA CARDÍACA .....	28
2.5 PAPEL DA FISIOTERAPIA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA .....	30
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>33</b>
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	<b>34</b>
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>35</b>
5.1 Aspectos éticos.....	35
5.2 Identificação dos possíveis preditores de aplicação da VNI no pós- operatório de cirurgia cardíaca de acordo com a literatura.....	16
5.3 Estudo das possíveis variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós- operatórias preditoras da necessidade de prescrição de VNI no PO de cirurgia cardíaca .....	16
5.4 Casuística .....	16
5.5 Critérios de Inclusão .....	17
5.6 Critérios de exclusão: .....	17
5.7 Coleta de dados e descrição das variáveis.....	17
5.8 Análise de Dados.....	19
5.9 Cálculo amostral .....	19
<b>6. RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
6.1 Identificação dos possíveis preditores de aplicação da VNI no pós- operatório de cirurgia cardíaca de acordo com a literatura.....	20
6.2 Estudo das possíveis variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós- operatórias preditoras da necessidade de prescrição de VNI no PO de cirurgia cardíaca .....	20
6.3 Dados descritivos antropométricos e de pré-operatório.....	22
6.4 Dados descritivos do intra-operatório .....	24

6.5 Dados descritivos do pós-operatório.....	25
6.6 Dados descritivos relativos ao uso da VNI.....	29
6.7 Descrição da VNI de acordo com o motivo da prescrição .....	31
6.8 Análise univariada do pré-operatório .....	33
6.9 Análise multivariada do pré-operatório .....	34
6.10 Análise univariada do intra-operatório .....	35
6.11 Análise multivariada do intra-operatório.....	36
6.12 Análise univariada do pós-operatório no momento pré-extubação.....	37
6.13 Análise multivariada do pós-operatório no momento pré-extubação .....	38
6.14 Análise univariada do pós-operatório 24h após EOT.....	39
6.15 Análise multivariada do pós-operatório 24h após EOT .....	40
6.16 Modelo de associação entre o pré-operatório e a VNI curativa .....	41
6.17 Modelo multivariado do pré-operatório e associação com a VNI curativa .....	43
6.18 Modelo de associação entre o Intra-operatório e a VNI.....	44
6.19 Modelo multivariado do Intra-operatório e associação com a VNI curativa .....	45
6.20 Modelo de associação entre o Pós-operatório (Pré-EOT) e a VNI curativa .....	46
6.21 Modelo multivariado do Pós-operatório (Pré-EOT) e associação com a VNI curativa .....	47
6.22 Modelo de associação entre o Pós-operatório (D1) e a VNI curativa .....	48
6.23 Modelo multivariado do Pós-operatório (D1) e associação com a VNI curativa .....	49
6.24 Modelo multivariado com as variáveis independentes do pré, intra e pós-operatório e associação com a VNI curativa.....	49
6.25 Modelo multivariado com as variáveis do pré, intra e pós-operatório .....	50
6.26 Modelo de associação entre variáveis do Pré-operatório e o sucesso da VNI curativa .....	51
6.27 Modelo de associação entre variáveis do Intra-operatório e o sucesso da VNI curativa .....	52
6.28 Modelo multivariado do intra-operatório associado ao sucesso da VNI curativa .....	53
<b>7 DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>

<b>8 LIMITAÇÕES.....</b>	<b>58</b>
<b>9 CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>Produções Associadas ao Mestrado .....</b>	<b>60</b>
APÊNDICE 1 – Apresentação em Congressos/Eventos científicos.....	60
APÊNDICE 2 – Prêmios .....	61
APÊNDICE 3 – Artigo de Revisão Sistemática .....	62
Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2023.....	80
Parecer nº001/2023 .....	80
Assunto: Recomendações para aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca .....	80

## 1 INTRODUÇÃO

Indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca podem apresentar – em decorrência da esternotomia mediana, manipulação cirúrgica, anestesia geral e da circulação extracorpórea (CEC) <sup>(1,2)</sup> – algumas complicações pulmonares no decorrer do período pós-operatório (PO). Após a interrupção do suporte ventilatório invasivo, as complicações de maior repercussão clínica são o derrame pleural, a atelectasia, pneumonia, edema pulmonar, lesão de nervo frênico, embolia pulmonar, edema pulmonar cardiogênico e pneumotórax<sup>(3-6)</sup>.

A ocorrência das complicações no PO elencadas anteriormente podem ocasionar redução da função pulmonar (evidenciadas pela redução da capacidade vital forçada [CVF] e do volume expiratório forçado no primeiro segundo da expiração [VEF1])<sup>(5,7-9)</sup>, hipoventilação alveolar (associado a condições patológicas ou dor no POI) levando conseqüentemente a hipoxemia, caracterizada por pressão arterial de oxigênio (PaO<sub>2</sub>) inferior a 60 mmHg resultando em saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) inferior à 90%<sup>(11)</sup>.

Em um estudo retrospectivo <sup>(12)</sup>, os autores utilizaram o score de Avaliação do Risco Respiratório em Pacientes Cirúrgicos na Catalunha (ARISCAT) em 108 pacientes submetidos a vários tipos de cirurgia torácica. O objetivo desse estudo foi avaliar o valor do índice de risco a fim de prever a incidência de complicações pulmonares pós-operatórias (PPCs). Para essa avaliação, foram registrados os dados de pré e intra-operatório, além de história e achados de exame físico, exames de imagem, eletrocardiograma (ECG) e ecocardiograma (caso houvesse necessidade), resultados de testes de função pulmonar e gasometria arterial. Após uma regressão logística multivariada foram preditores significativos de complicações pós-operatórias o sistema de pontuação ARISCAT, menor pontuação de VEF1% e maior tempo de permanência na UTI.

Nesse contexto, a ventilação não-invasiva com pressão positiva (VNIPP) – utilizando pressão inspiratória positiva nas vias aéreas (IPAP) ou ventilação com pressão de suporte (PSV) e uma pressão positiva expiratória final (EPAP ou PEEP) – objetiva a manutenção da expansão alveolar a fim de otimizar as trocas gasosas, reduzir atelectasias, reduzir o trabalho respiratório, melhorar a hemodinâmica e reduzir a hipoxemia <sup>(10,13,14)</sup>.

Do ponto de vista fisiológico, há estudos que demonstram que a utilização da VNI no PO de cirurgia cardíaca impacta positivamente na frequência cardíaca (FC), na melhora do desempenho miocárdico, na oxigenação, no aumento da capacidade vital (CV), na redução da frequência/trabalho respiratório e nos episódios de insuficiência respiratória aguda (IRpA) pós-extubação reduzindo conseqüentemente os índices de reintubação, melhorando a sobrevida <sup>(14-17)</sup>. Assim, considerando as complicações pulmonares pós-operatórias como principal causa de aumento no tempo de internação e conseqüentemente nos custos de saúde e das altas taxas de morbimortalidade, a intervenção preventiva com VNI poderia associar-se à redução de tais complicações <sup>(18)</sup>.

Diante do exposto, porém, é importante ressaltar que para uma intervenção preventiva, são necessários aumento de recursos humanos e materiais, o que nem sempre é possível em alguns serviços de saúde. Nesse sentido, a Resolução-RDC nº 7, de 24 de fevereiro de 2010 <sup>(19)</sup> apresenta os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva, no que se refere aos recursos humanos, a quantidade mínima de Fisioterapeutas é de 01(um) para cada 10 (dez) leitos ou fração, tanto nos turnos matutino, quanto no vespertino e noturno. Além disso, o fisioterapeuta deve estar, em tempo integral, disponível para assistência aos pacientes na UTI durante seu horário de atuação.

No que se refere aos recursos materiais, a RDC-nº7 <sup>(19)</sup> ressalta ainda que cada UTI adulto deve possuir, no mínimo:

“Ventilômetro portátil; ventilador pulmonar mecânico microprocessado: 01 (um) para cada 02 (dois) leitos, com reserva operacional de 01 (um) equipamento para cada 05 (cinco) leitos, devendo dispor, cada equipamento de, no mínimo, 02 (dois) circuitos completos; equipamento para ventilação pulmonar mecânica não invasiva: 01(um) para cada 10 (dez) leitos, quando o ventilador pulmonar mecânico microprocessado não possuir recursos para realizar a modalidade de ventilação não invasiva; materiais de interface facial para ventilação pulmonar não invasiva 01 (um) conjunto para cada 05 (cinco) leitos”

Visto isso, na ausência de Resolução específica, as UTI especializadas deverão atender ao regulamento da RDC- nº 7, acrescentando os recursos humanos e materiais necessários para o atendimento dos pacientes. Sendo assim, o uso

indiscriminado da VNI de forma profilática rotineiramente em pacientes no PO de cirurgia cardíaca dependeria do aumento de recursos humanos e financeiros, onerando ainda mais o SUS.

Apesar da literatura<sup>(20)</sup> demonstrar o aumento do efetivo de fisioterapeutas na terapia intensiva cardíaca como fator de redução do tempo de internação hospitalar e melhora da função física, principalmente para pacientes crônicos, o aumento de investimentos com efetivo de profissionais fisioterapeutas não é a realidade da maioria das unidades de terapia intensiva. Nesse sentido, a prescrição da VNI profiláticas sem observação de fatores preditores tanto da necessidade quanto da possível eficácia é controversa do ponto de vista da prática baseada em evidências, além de aumentar a sobrecarga sobre profissionais de saúde e elevar o consumo de recursos sem comprovadamente desencadear benefício mensurável<sup>(18,20)</sup>.

As evidências mais robustas sugerem que a utilização indiscriminada da VNI não reduz taxa de reintubação e tempo de internação<sup>(14,17,21)</sup> sendo provavelmente por falta de definição de preditores apropriados, de tal modo que seu uso deveria ser limitado a pacientes com maior risco de desenvolver IRpA pós-operatória. Ademais, a rotina de intervenções fisioterapêuticas vai além da prescrição e administração da VNI, sendo baseada na assistência ao manejo da dor, no posicionamento, na mobilização e reabilitação cardiorrespiratória, no treinamento muscular inspiratório, na aplicação de técnicas expansivas e desobstrutivas, nas orientações e prescrição de exercícios domiciliares<sup>(22)</sup>. Neste contexto, o fisioterapeuta atua estimulando a mobilidade e a evolução deste processo reduz as complicações pós-operatórias, o tempo de permanência hospitalar, as taxas de readmissão na UTI e conseqüentemente os custos hospitalares<sup>(23-25)</sup>.

Pelo exposto, fica evidente que a realização indiscriminada da VNI de modo profilático pode furtar tempo assistencial do fisioterapeuta, se contrapondo à ampla atuação na reabilitação, onerando o sistema de saúde e atrasando a recuperação dos pacientes. Portanto, este estudo visa identificar os preditores da necessidade de prescrição de VNI em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CIRURGIA CARDÍACA

Segundo a Organização Panamericana de Saúde (OPAS)<sup>(26)</sup>, anualmente mais pessoas morrem por doenças cardiovasculares, sendo essa a principal causa de morte no mundo. Além disso, países de baixa e média renda concentram mais de três quartos dessas mortes. Nesse cenário, a literatura<sup>(27)</sup> relata que a intervenção cirúrgica nos casos de insuficiência coronariana tem por objetivo o alívio dos sintomas e a recuperação física, psicológica e social do paciente a fim de prolongar não só o tempo de vida, mas também sua qualidade. Nesse sentido, no levantamento estatístico feito por Oliveira e cols.,<sup>(28)</sup> observou-se que de 2008 a 2019, no Brasil, o SUS realizou o pagamento de 8.743.403 procedimentos cardiovasculares, sendo 1.280.840 procedimentos cirúrgicos. Dentre esses, em primeiro lugar estão as angioplastias coronarianas com 755.411 (58,9%), em segundo lugar com 265.123 (20,1%) as cirurgias de revascularização do miocárdio e em terceiro lugar com 151.902 (11,9%) as cirurgias valvares. Desse modo, o número de hospitalizações para procedimentos cirúrgicos por doenças cardiovasculares entre 2008 a 2019 apresentou um aumento de 64%. Ademais, tendo em vista o procedimento cirúrgico, faz-se de extrema importância a avaliação pré-operatória que visa a redução dos riscos cirúrgicos e prevenção de complicações pós-operatórias. Estudos<sup>(29,30)</sup> relatam que a prevalência da IRpA no pós-operatório de cirurgia cardíaca é comum e de acordo com Thanavaro e cols em 2020<sup>(29)</sup> apresenta um fator de impacto independente na morbidade, tempo de internação, mortalidade e redução de altas hospitalares após a cirurgia cardíaca<sup>(29)</sup>. Desse modo, ressalta-se a importância de descobrir os fatores pré, intra e pós-operatórios associados a essa complicação. Assim, Canver e Chanda<sup>(31)</sup> observaram em uma análise multivariada os fatores que estiveram associados significativamente para o aumento do risco de insuficiência respiratória após cirurgia de revascularização do miocárdio. Os autores organizaram os fatores por ordem decrescente de importância e foram eles: endocardite séptica pós-operatória, sangramento gastrointestinal pós-operatório com ou sem infarto e perfuração, insuficiência renal pós-operatória, novo acidente vascular cerebral (AVC) pós-operatório (intraoperatório, 24 horas), infecção pós-operatória da ferida externa profunda, sangramento com necessidade de reoperação, balão intra-aórtico pré-operatório, insuficiência cardíaca congestiva na admissão, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), idade em incrementos de 10 anos e tempo de CEC em incrementos de 30 minutos.

## 2.2 A CIRURGIA CARDÍACA E AS COMPLICAÇÕES PULMONARES

A cirurgia cardíaca pode resultar em risco de alterações na estrutura e função do sistema respiratório, principalmente se o procedimento cirúrgico for realizado com CEC. Esses riscos incluem atelectasia, que se forma imediatamente após a anestesia geral e a resposta inflamatória sistêmica que pode ocorrer associada a uma perfusão reduzida e ausência da ventilação pulmonar induzida pela CEC <sup>(32)</sup>.

Nesse sentido, outras complicações pulmonares também são comuns no pós-operatório de cirurgia cardíaca e foram relatadas na revisão de Tunner e Colvin 2020<sup>(33)</sup> com a seguinte incidência: atelectasia 30–72%, derrame pleural 24–63% paralisia do nervo frênico 10-21%, pneumonia 2-20%, período >48h em ventilação mecânica 2-6%, síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) 0.4 – 2%. Mali e Haghaninejad 2019<sup>(4)</sup> em sua revisão também já haviam relatado as complicações pulmonares citadas e além disso incluíram ainda o edema pulmonar, edema pulmonar cardiogênico, embolia pulmonar, pneumotórax, infecção da ferida esternal e mediastinite. Os autores<sup>(4)</sup> ainda pontuaram os fatores pré, peri e pós-operatórios como sendo determinantes na incidência de tais complicações, sendo que o fator pré-operatório foi considerado de maior importância pelo autor que usou como justificativa o fato de que são fatores modificáveis.

Ademais, sabe-se que a IRpA é uma complicação grave, porém comum no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Dessa forma, Filsoufi e cols <sup>(34)</sup> em uma análise de regressão logística multivariada buscando identificar os fatores pré-operatórios para predição da IRpA no pós-cirúrgico cardíaco, encontrou como fatores independentes o sexo feminino, idade > 70 anos, fração de ejeção (FE) menor ou igual a 30%, hipertensão arterial sistêmica (HAS), doença vascular periférica (DVP), DPOC, insuficiência cardíaca congestiva (ICC), insuficiência renal, endocardite ativa, reoperação, instabilidade hemodinâmica e inserção de balão intra-aórtico (BIA). Quanto aos fatores de risco peri-operatórios, os autores destacaram a cirurgia aórtica e os procedimentos combinados de válvula/CABG como sendo variáveis preditoras independentes para insuficiência respiratória. Além disso, no estudo de Eremenko <sup>(35)</sup> foram analisados retrospectivamente 3.972 pacientes após cirurgia cardíaca e aórtica eletivas com o objetivo de buscar as causas, estrutura, incidência e

resultados da IRpA. O estudo revelou que a IRpA mais frequente (11,2%) ocorreu em cirurgias reconstrutoras de aneurisma de aorta (diversas localizações) seguida pela cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) cuja taxa de IRpA foi de 5,1%. Os autores observaram que do total de pacientes apenas 138 (3.5%) desenvolveram a IRpA e que a causa mais comum foi a SDRA (26.8%), seguida pela hipoventilação associada a atelectasia em pacientes com alterações neurológicas ou delirium hiperativo (18.1%), DPOC/ asma brônquica (16.1%), paresia do diafragma (11.7%), pneumonia (10.8%), congestão pulmonar (8.7%) e lesão pulmonar + desenvolvimento de hemotórax (7.2%). Além do mais, a pneumonia nosocomial destaca-se ainda como complicação (29.7%) de outras causas de IRpA e como resultado do prolongamento da VMI. Sendo assim, a mortalidade geral no pós-operatório de cirurgia cardíaca por IRpA relatada pelos autores foi de 9.4%. O autor ainda destaca que a incidência de IRpA apresentou uma tendência menor durante a revascularização do miocárdio (CRM) sem CEC, fato relatado também por Qiang Ji e cols <sup>(36)</sup> que observaram em seu estudo que a cirurgia de revascularização miocárdica com CEC foi considerada um fator de risco independente na insuficiência respiratória pós-operatória.

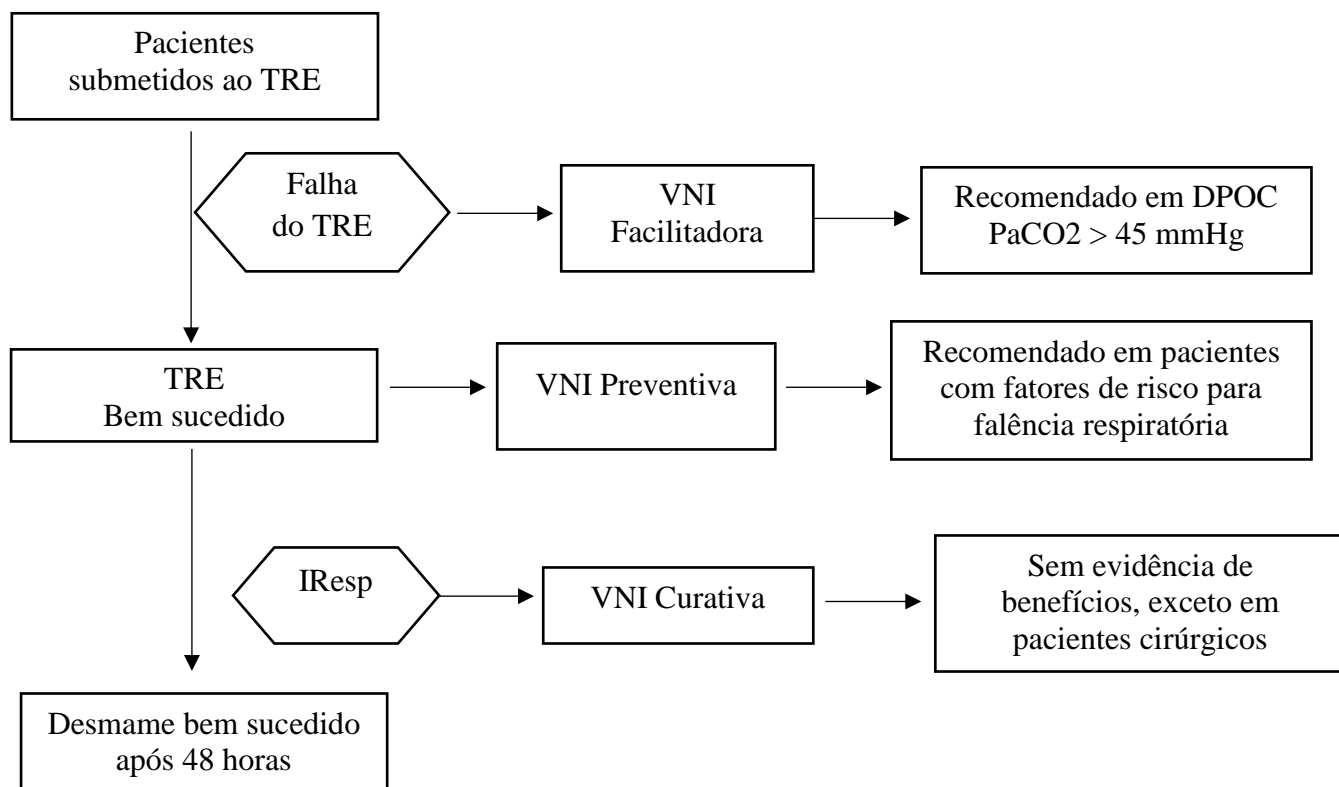
Dessa forma, ressalta-se o quanto as complicações pulmonares pós-operatórias são capazes de impactar nos custos de saúde, principalmente no sistema público. No estudo de Ailawadi e cols <sup>(37)</sup> por exemplo, a infecção grave mais comum após a cirurgia cardíaca foi a pneumonia, o que mostrou ser significativamente um fator de risco tanto para morbimortalidade quanto para a necessidade da utilização de recursos. Nesse sentido, o estudo de Stevens e cols <sup>(38)</sup> observou que, nos Estados Unidos, há um impacto econômico a longo prazo nos custos com a saúde daqueles indivíduos que apresentaram complicações cardiorrespiratórias no pós-operatório de cirurgia cardíaca, sendo o custo médio, em um ano de tratamento, para os pacientes com insuficiência respiratória persistente o equivalente a US\$30.745 por pessoa.

### 2.3 VENTILAÇÃO NÃO-INVASIVA

A aplicação da ventilação não invasiva com pressão positiva (VNIPP) tem sido indicada principalmente em pacientes com exacerbação do DPOC, na prevenção da falha de extubação, no desmame ventilatório e na IRpA hipoxêmica. É uma terapia que visa evitar maior deterioração e intubação nos episódios de IRpA e ainda, eventualmente nos pacientes DPOC, reduzir o tempo de ventilação mecânica invasiva (VMI) <sup>(39)</sup>.

Os termos VNI e pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) muitas vezes são utilizados como semelhantes, porém trata-se de terapias distintas. Por um lado há o CPAP que é uma terapia de expansão pulmonar não-invasiva aplicada por meio de interfaces do tipo máscara facial. Ela tem por objetivo manter as vias aéreas superiores abertas através de uma pressão maior que a atmosférica para a via aérea proximal que resulta em aumento do volume pulmonar e da pressão intratorácica. Por outro lado, a VNI favorece a redução do trabalho respiratório, pois aplica uma pressão na fase inspiratória maior que a pressão da fase expiratória, proporcionando suporte ventilatório <sup>(40)</sup>. Apesar da literatura <sup>(40)</sup> ressaltar essa diferença, há relatos em documentos importantes como as Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica <sup>(10)</sup> e o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica <sup>(41)</sup> que consideram tanto o CPAP quanto a utilização de dois níveis pressóricos (BIPAP / Pressão de Suporte + PEEP) formas de utilização da VNI destacando, inclusive, que não há restrição de modo ventilatório ou ventilador mecânico para utilização da terapia, desde que o funcionamento da mesma não seja prejudicado por vazamentos no circuito <sup>(41)</sup>.

De acordo com a literatura <sup>(10)</sup>, a VNIPP pode ser utilizada de 3 formas: facilitadora, preventiva e curativa (Figura 1). A recomendação para utilização da VNI facilitadora visa a retirada da VM de forma precoce, desde que haja condição clínica favorável para isso, nos pacientes DPOC que não obtiveram êxito no teste de respiração espontânea (TRE). A VNI preventiva é realizada de forma imediata após a extubação em pacientes selecionados com risco elevado de desenvolver IRpA, especialmente os hipercápnicos. O uso da VNI na IRpA após a extubação é considerado uma forma de utilização curativa, porém deve ser evitada se a IRpA ocorrer em pacientes extubados em até 48 horas. Não é indicado postergar a reintubação nesses casos, a menos que o grupo que desenvolveu a IRpA seja de pacientes cirúrgicos em pós-operatório.



**Figura 1** Utilização da ventilação não invasiva para retirada da ventilação mecânica. **TRE** - teste de respiração espontânea; **VNI** - ventilação não invasiva; **DPOC** - doença pulmonar obstrutiva crônica; **IResp** - insuficiência respiratória aguda ou agudizada. **Fonte:** Diretrizes brasileiras de ventilação mecânica 2013. Adaptado de Ferreyra G et al. *Minerva Anesthesiol* 2011, 77,921-6<sup>(10)</sup>.

Nava e cols <sup>(42)</sup> em um estudo multicêntrico, randomizado e controlado, observou que a VNI foi eficaz na prevenção da IRpA pós-extubação em pacientes considerados em risco de desenvolver IRpA pós-extubação. Os pacientes apresentavam mais de 48 horas em ventilação mecânica, testes de respiração espontânea bem-sucedidos, porém com um ou mais fatores de risco para reintubação. Dentre esses fatores estavam a hipercapnia, insuficiência cardíaca congestiva, tosse ineficaz e secreções traqueobrônquicas excessivas, mais de uma falha de desmame, mais de uma comorbidade e obstrução de via aérea superior. Desse modo, Ferrer e cols <sup>(43)</sup>, também considerou alguns fatores de risco como relevantes para desenvolver IRpA pós-extubação, foram eles: idade maior que 65 anos, insuficiência cardíaca como causa da intubação ou pacientes com perfil alto de gravidade, avaliado por uma pontuação no *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (APACHE)-II superior a 12 no dia da extubação. Os fatores de risco para

IRpA também foram relatados pela Recomendação Brasileira de Ventilação Mecânica<sup>(44)</sup> e vai ao encontro da literatura<sup>(42,43)</sup> citando como fatores a hipercapnia após extubação (>45mmHg), insuficiência cardíaca, tosse ineficaz, secreções copiosas, mais de uma falência consecutiva no desmame, mais de uma comorbidade, obstrução das vias aéreas superiores, idade maior que 65 anos, falência cardíaca como causa da intubação, APACHE >12 no dia da extubação, pacientes com mais de 72 horas de VMI. Nesse sentido, as Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica<sup>(10)</sup> também citam tais fatores de risco e complementam ainda com a inclusão de pacientes portadores de doenças neuromusculares e obesos (Quadro 1).

- Hipercapnia após extubação (>45mmHg)
- Insuficiência cardíaca
- Tosse Ineficaz
- Secreções copiosas
- Mais de uma falência consecutiva no desmame
- Mais de uma comorbidade
- Obstrução das vias aéreas superiores
- Idade maior que 65 anos
- Falência cardíaca como causa da intubação
- APACHE>12 no dia da extubação
- Pacientes com mais de 72 horas de VMI

**Quadro 1** Os fatores de risco para IRpA pós-extubação. **APACHE** - *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation*; **VMI** – Ventilação mecânica invasiva. **Fonte:** Diretrizes brasileiras de ventilação mecânica 2013(10).

## 2.4 VNI NO PO DE CIRURGIA CARDÍACA

A VNI utilizada na IRpA no pós-operatório de cirurgia cardíaca apresenta preditores distintos para sua aplicação e Ampatizidou e cols<sup>(45)</sup> demonstrou isso em seu estudo ao observar que os fatores como DPOC, alto escore de avaliação de risco no pré-operatório de cirurgia cardíaca (*European System for Cardiac Operative Risk Evaluation - EuroSCORE II*), índice de massa corporal elevado e baixa função renal pré-operatória apresentaram associação independente para aplicação da terapia. Nesse sentido, o estudo de Kilger e cols<sup>(46)</sup>, observou que 799 (35%) pacientes desenvolveram IRpA após cirurgia cardíaca e 33% receberam VNI intermitente, tendo sido a principal causa a hipoxemia (78%) que ocorreu após extubação e estava relacionada, principalmente, à atelectasia. Ademais, esses pacientes com IRpA apresentaram menor fração de ejeção, maior frequência de cirurgias combinadas, maior tempo de ventilação mecânica pós-operatória, maior escore de gravidade da doença (*Simplified Acute Physiology Score - SAPS II*), menor relação  $PaO_2/FiO_2$  após a extubação, maior  $PaCO_2$  arterial após a extubação quando comparado com os pacientes sem IRA, além de maiores taxas de transfusão e suporte com catecolaminas no grupo VNI.

Chen e cols<sup>(47)</sup> em um estudo observacional de coorte retrospectivo observou os fatores de risco independentes para aplicação da VNI prolongada após a extubação em pacientes no pós operatório de cirurgia cardíaca. O autor utilizou a VNI de forma profilática por pelo menos 6h após a extubação. Caso o paciente necessitasse de VNI por pelo menos 6h todos os dias por um período superior a 3 dias, isso o caracterizava como VNI prolongada. Dos pacientes incluídos, 83 foram categorizados em grupos de NIPPV prolongado e 105 não prolongado. O grupo VNI prolongada apresentou escore APACHE II significativamente mais altos na admissão na UTI (29,5 vs. 27,3,  $p=0,001$ ), maior duração da VMI (2 dias vs. 1 dia,  $p<0,001$ ), maior porcentagem de insuficiência renal (KDIGO Estágio 2–3) dentro de 48 horas após a cirurgia (25,6% vs. 13,3%,  $p=0,033$ ) e maiores complicações cirúrgicas (20,5 vs. 9,5%,  $p=0,033$ ). Foram considerados fatores de risco independentes para predição de VNI prolongada após a cirurgia cardíaca, num modelo de regressão logística multivariada: relação volume residual pré-operatório/capacidade pulmonar total (RV/CPT) (AOR 1,10, 95%; intervalo de confiança, IC: 1,01 a 1,19,  $p=0,022$ ) e lesão renal aguda (KDIGO Estágio 2–3; AOR 3,87, IC 95%: 1,21 a 12,37,  $p=0,023$ ). Esses achados foram associados ao aumento no risco de complicações pós-

operatórias e no tempo de permanência hospitalar (>21 dias) e na UTI (>7 dias). Não houve diferença na taxa de mortalidade intra-hospitalar entre os grupos.

Cabrini e cols <sup>(17)</sup> em uma revisão de literatura observaram que o papel da ventilação não invasiva preventiva no pós-operatório de cirurgia cardiovascular ainda é controverso e que deve ser limitado a indivíduos que apresentarem mais fatores de risco para o desenvolvimento da IRpA. Nesse sentido, Nava e cols <sup>(42)</sup> afirmaram que a aplicação da VNI de forma preventiva pode ser benéfica, porém se realizada em um grupo selecionado de indivíduos com alto risco para o desenvolvimento de IRpA pós-extubação. Essa afirmação vai ao encontro do que recomenda as Diretrizes oficiais de prática clínica ERS/ATS <sup>(48)</sup> que sugere o uso da VNI na prevenção da IRpA em pacientes de alto risco pós-extubação e seu não uso de forma preventiva naqueles pacientes de não alto risco. Essas sugestões são apresentadas com uma baixa certeza de evidência.

Uma revisão de literatura com metanálise<sup>(21)</sup> incluiu ensaios clínicos randomizados com pacientes durante o pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, que compararam o uso de ventilação não- invasiva com fisioterapia convencional ou oxigenoterapia e avaliaram a taxa de mortalidade, ocorrência de complicações pulmonares (atelectasias, pneumonia, insuficiência respiratória aguda, hipoxemia), taxa de reintubação, tempo de ventilação, tempo gasto na unidade de terapia intensiva (UTI), tempo de internação e pressão parcial de oxigênio. Foram incluídos na revisão pacientes no PO imediato de cirurgia cardíaca (CRM, troca valvar, cirurgias combinadas, reparo de aneurisma e cirurgia para correção de comunicação interatrial) que compararam o uso de VNI, modo BiLevel, CPAP, PSV, respiração por pressão positiva intermitente (IPPB) com fisioterapia convencional ou oxigenoterapia. O estudo avaliou a taxa de mortalidade e a incidência de complicações pulmonares como desfechos primários e taxa de reintubação, tempo de ventilação, tempo gastos na unidade de terapia intensiva (UTI), tempo de internação e PaO<sub>2</sub> como desfechos secundários. O estudo concluiu que a VNI profilática não reduziu significativamente a ocorrência de complicações pulmonares como atelectasia, pneumonia, taxa de reintubação e tempo gasto na UTI.

Gilliand e cols.<sup>(49)</sup>, em sua revisão sistemática observou o uso da VNI em pacientes após cirurgia cardiotorácica e embora seja uma terapia segura e viável, os dados sobre a melhora clínica não foram tão claros e não houve um consenso sobre modo ventilatório, interfaces, configurações e tempo de utilização da terapia. Além disso, os próprios autores afirmam não empregar a VNI profilática de forma padronizada em pacientes cardíacos ou torácicos, na instituição a qual pertencem.

## **2.5 PAPEL DA FISIOTERAPIA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA**

A avaliação da instituição da VNI é atribuição do fisioterapeuta assim como sua gerência e retirada do suporte não-invasivo <sup>(50)</sup>, porém a assistência fisioterapêutica na UTI não se resume à prescrição da VNIPP, sendo a condução do processo de reabilitação ponto central de atenção. Mungovan e cols <sup>(51)</sup> observaram em seu estudo que a atividade física supervisionada pelo fisioterapeuta no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca representou 50% da atividade física geral. Desse modo, houve um aumento na capacidade funcional e redução no tempo de permanência hospitalar.

Além disso, Zanini e cols <sup>(52)</sup> em um ensaio clínico randomizado cego, avaliaram o impacto de diversos protocolos de reabilitação após cirurgia cardíaca e ainda avaliaram os pacientes no pré-operatório por meio do teste de caminhada de 6 minutos (TC6), testes de função pulmonar e testes de força muscular respiratória. Nesse sentido, os protocolos propostos pela fisioterapia incluíam treinamento ativo de membros superiores e membros inferiores, deambulação precoce progressiva, treinamento muscular inspiratório (TMI) com Threshold IMT (Philips Respironics) e fisioterapia respiratória convencional. Os autores concluíram que exercícios ativos de membros superiores e membros inferiores com deambulação progressiva de forma combinada e precoce associaram-se a maior recuperação funcional nos pacientes em pós-operatório de revascularização do miocárdio.

O estudo de Ribeiro e cols <sup>(53)</sup> investigou diversos protocolos fisioterapêuticos e seu impacto no tempo de permanência hospitalar em idosos que foram submetidos à CRVM. Os autores observaram que a atuação da fisioterapia implementando esses

protocolos de intervenção precoce reduziu o tempo de internação e sugerem que também pode haver a redução na taxa de mortalidade e conseqüentemente no custo das internações. Nesse viés, um estudo <sup>(54)</sup> prospectivo simples-cego e randomizado avaliou pacientes que realizaram um programa de exercícios de alta frequência (duas vezes ao dia durante a semana, incluindo finais de semana) e baixa frequência (uma vez ao dia, sem incluir o final de semana) no pós-operatório de CRVM. Dessa forma, observaram que o programa de alta frequência gerou maior satisfação e atingiu mais rápido os marcos funcionais na população estudada, o que segundo o autor, deve conseqüentemente ocasionar uma alta mais precoce. Ademais, caso haja escassez de fisioterapeutas, o programa de baixa frequência também é uma alternativa, embora a despeito de um tempo maior de permanência hospitalar.

O papel do fisioterapeuta no pós-operatório de cirurgia cardíaca vai além da instituição da VNI. Uma recente revisão sistemática com metanálise <sup>(55)</sup> mostrou a atuação da fisioterapia e da enfermagem na implementação de protocolos de mobilização precoce (cinesioterapia ativa de membros superiores e inferiores, treino de deambulação, cicloergometria e subida/descida de escadas) e fisioterapia respiratória (exercícios de respiração profunda, espirometria de incentivo e treinamento muscular inspiratório) no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Esses protocolos concomitantes à psicoeducação foram capazes de atingir níveis melhores de capacidade funcional cardiorrespiratória, avaliado pela distância percorrida durante o TC6, na alta hospitalar. Esse estudo vai ao encontro do que Xue e cols <sup>(56)</sup> em seu ensaio clínico randomizado, controlado e cego, constatou ao investigar o efeito a longo prazo de um programa de reabilitação cardíaca em pacientes submetidos a cirurgia valvar. No grupo intervenção os pacientes realizaram exercícios sentados, de pé, deambulação e exercícios de resistência. Os autores concluíram que a reabilitação por meio do protocolo de exercícios apresentou impacto positivo na capacidade física, avaliado pelo *Short Physical Performance Battery* (SPPB) e pelo TC6 na alta, além de apresentar ainda um efeito melhor no longo prazo (6 meses).

Portanto, haja vista a ampla atuação do fisioterapeuta no contexto hospitalar, este estudo ressalta a importância de evitar a VNI profilática padronizada em todos os pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Pois, dessa forma, poderia ser

evitado o desperdício de tempo e recursos, fato esse que atrasaria a evolução da função física dos pacientes.

### **3 JUSTIFICATIVA**

A VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca pode ser muito útil a fim de prevenir ou tratar a IRpA<sup>(57)</sup>. Ela é eficaz quando aplicada no início da IRpA, sendo seu uso limitado em pacientes com alto risco de IRpA e sua atuação de forma preventiva ainda é controversa<sup>(17,21)</sup>. Nesse sentido, a literatura<sup>(45,57)</sup> mostra que essa complicação costuma ser comum no PO de cirurgia cardíaca, no entanto os resultados da aplicação da VNI para tratar a IRpA variam muito e mais estudos são necessários para investigar os preditores específicos para aplicação e sucesso da técnica. Portanto, definir os critérios para prescrição da VNI nos pacientes em PO de cirurgia cardíaca poderá permitir melhor utilização dos recursos (humanos ou materiais) e ainda a possível redução do tempo de internação hospitalar sendo vantajoso economicamente para o Sistema Único de Saúde (SUS).

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Identificar potenciais preditores que nortearam a aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca nos pacientes adultos de um Hospital de Referência em Cardiologia.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- 1- Identificar na literatura preditores de aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca de acordo com a literatura
- 2- Investigar as variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós-operatórias preditoras da necessidade de prescrição de VNI no PO de cirurgia cardíaca.
- 3 - Descrever a utilização da VNI (curativa e profilática) nos pacientes em PO de cirurgia cardíaca.
- 4 - Realizar análise preditiva a partir de uma observação prescritiva cujos sinais e sintomas do paciente levaram à adaptação da VNI.
- 5 - Investigar associação de variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós-operatórias com a necessidade de realização da VNI nos pacientes em PO de cirurgia cardíaca.
- 6 - Investigar associação do sucesso da VNI curativa com as variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós-operatórias nos pacientes em PO de cirurgia cardíaca.
- 7 – Elaborar um Relatório Técnico para orientar a aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca em adultos.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 Aspectos éticos**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do INC (CAAE:52569121.7.0000.5272 / Parecer CEP INC: 5.062.811) e os pesquisadores assinaram o Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD) comprometendo-se a guardar, cuidar e utilizar as informações apenas para o cumprimento dos objetivos previstos na pesquisa referida.

## **5.2 Identificação dos possíveis preditores de aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca de acordo com a literatura**

A identificação dos possíveis preditores de aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca de acordo com a literatura foi realizada por meio de uma revisão sistemática da literatura. A revisão sistemática foi cadastrada na plataforma de Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO) disponível em: [https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display\\_record.php?ID=CRD42021291973](https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42021291973), em dezembro de 2021 e as buscas bibliográficas foram realizadas nas bases de dados PubMed, Lilacs, Embase e PEDro, sem restrições de ano e idioma, em fevereiro de 2022, utilizando os termos (MeSH): "Cirurgia torácica", "Ventilação não invasiva", "procedimentos cirúrgicos cardíacos" e "Período pós-operatório" e termos sinônimos.

A tabela completa do manuscrito descrevendo a revisão sistemática da literatura encontra-se no ANEXO 3.

## **5.3 Estudo das possíveis variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós-operatórias preditoras da necessidade de prescrição de VNI no PO de cirurgia cardíaca**

O estudo das possíveis variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós-operatórias preditoras da necessidade de prescrição de VNI no PO de cirurgia cardíaca foi realizada por meio de um estudo observacional do tipo coorte retrospectivo.

## **5.4 Casuística**

A amostra foi composta por pacientes que estiveram internados na Unidade de Terapia Cardiointensiva Cirúrgica (UTCIC) após cirurgia cardíaca no Instituto Nacional de Cardiologia, localizado no Rio de Janeiro, no período de outubro de 2018 a março de 2020. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados do Serviço de Fisioterapia do Instituto nacional de Cardiologia, armazenado na plataforma REDCap (Research Electronic Data Capture) e complementado com base na revisão dos

registros em prontuário físico e nos sistemas de armazenamento e gestão de dados hospitalares MV2000 e PAGU.

### **5.5 Critérios de Inclusão**

Pacientes de ambos os sexos, maiores de 18 anos, internados na UTCIC após cirurgia cardíaca com esternotomia mediana que foram extubados no PO imediato.

### **5.6 Critérios de exclusão:**

Pacientes que receberam VNI antes da cirurgia, que foram reintubados sem aplicação prévia de VNI <sup>(45)</sup> ou que foram extubados no centro cirúrgico.

### **5.7 Coleta de dados e descrição das variáveis**

Os dados demográficos e de pré-operatório tipo idade, sexo, avaliação de risco, estimado pelo Sistema Europeu de Avaliação de Risco em Cirurgia Cardíaca (*European System for Cardiac Operative Risk - EuroSCORE I/II*), classe funcional avaliada pela *New York Heart Association* (NYHA), comorbidades como hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes mellitus (DM), obesidade (avaliada através do índice de massa corporal - IMC), tabagismo, etilismo, dependência química, dislipidemia (DLP), doença vascular periférica (DVP), sedentarismo, infarto agudo do miocárdio (IAM), doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e a função cardíaca através da fração de ejeção de ventrículo esquerdo (FEVE), o tipo de cirurgia, complexidade (combinada ou não), tipo de prótese (metálica ou biológica) foram coletados e definidos como possíveis variáveis preditoras do pré-operatórios.

As variáveis do intraoperatório investigadas foram balanço hídrico (BH) cirúrgico, tempo de permanência em circulação extracorpórea (CEC), tempo de clampeamento aórtico (Clamp) e complicações intraoperatórias como sangramento, arritmias, instabilidade hemodinâmica, se houve ou não necessidade de politransfusão e outros.

As variáveis do pós-operatório foram o nível de consciência ao despertar (avaliado pela Escala de agitação e sedação de *Richmond - RASS*), dor (pela escala visual de dor), BH no primeiro dia de pós-operatório (D1), radiografia de tórax, exames laboratoriais (hemoglobina e hematócrito) e gasométricos (pH, pressão parcial de oxigênio arterial - PaO<sub>2</sub>, pressão parcial de gás carbônico arterial - PaCO<sub>2</sub>, bicarbonato - HCO<sub>3</sub>, excesso de base - BE, Lactato e índice de oxigenação

caracterizado pela pressão arterial de oxigênio / fração inspirada de oxigênio – relação  $PaO_2 / FiO_2$ ), presença e quantidade de secreção traqueobrônquica, avaliação da mecânica pulmonar através da mensuração do volume corrente (ml) que representa a capacidade de ar que entra e sai dos pulmões em cada respiração<sup>(58)</sup>, pressão de platô (PPL) das vias aéreas, que representa a pressão de equilíbrio do sistema respiratório, na ausência de fluxo (na pausa inspiratória sem o componente de resistência das vias aéreas)<sup>(41)</sup>, pressão de pico (PPico) que é considerada a pressão inspiratória máxima da via aérea, capacidade vital (CV) constituída pelo máximo de volume de ar que pode ser expirado após uma inspiração máxima<sup>(58)</sup>, pressão inspiratória máxima (Pimáx) e pressão expiratória máxima (Pemáx) pré-extubação, teste de respiração espontânea (TRE), extubação (tentativas e falhas), tempo para extubação orotraqueal (EOT), motivo da falha de extubação (se houver), utilização da VNI após a extubação, modos utilizados, motivo da indicação (profilática ou curativa), tempo após extubação para início da VNI, tempo de utilização da VNI e número de vezes que foi utilizada durante a internação na terapia intensiva e o desfecho (motivo da interrupção da VNI). As variáveis foram coletadas e descritas em três momentos: admissão, D1 de pós-operatório e pré – extubação. Porém, para análise de associação das variáveis com a indicação da VNI, foram considerados apenas dois momentos: D1 e pré-EOT.

## 5.8 Análise de Dados

Os resultados estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil para as variáveis contínuas. Para as variáveis categóricas foram utilizadas as contagens e percentuais. Foi aplicada estatística inferencial para analisar a normalidade de distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk.

Foram realizados testes de hipótese de acordo com seus pressupostos sendo aquelas que apresentarem  $P < 0,1$  incluídas no modelo multivariado. O  $P < 0,05$  foi considerado estatisticamente significativo para o modelo final de regressão multivariada. O método de seleção de variáveis na análise multivariada foi realizado através da técnica *stepwise*. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software de estatística e ciência de dados, STATA 16 (Stata Corp USA).

## 5.9 Cálculo amostral

O tamanho da amostra foi calculado com base na literatura<sup>(45)</sup> usando como variável o euroscore II, odds ratio de 1,2, probabilidade basal de VNI de 9%, um erro do tipo alfa 5%, um poder estatístico 80%, um  $R^2$  presumido 90% e um EUROSCORE médio basal 1,9 com desvio padrão 2. O tamanho total da amostra foi estimado por meio de software (G-Power 3.1, Heinrich Heine Universität Dusseldorf, alemão). O tamanho amostral mínimo obtido foi de 317 indivíduos.

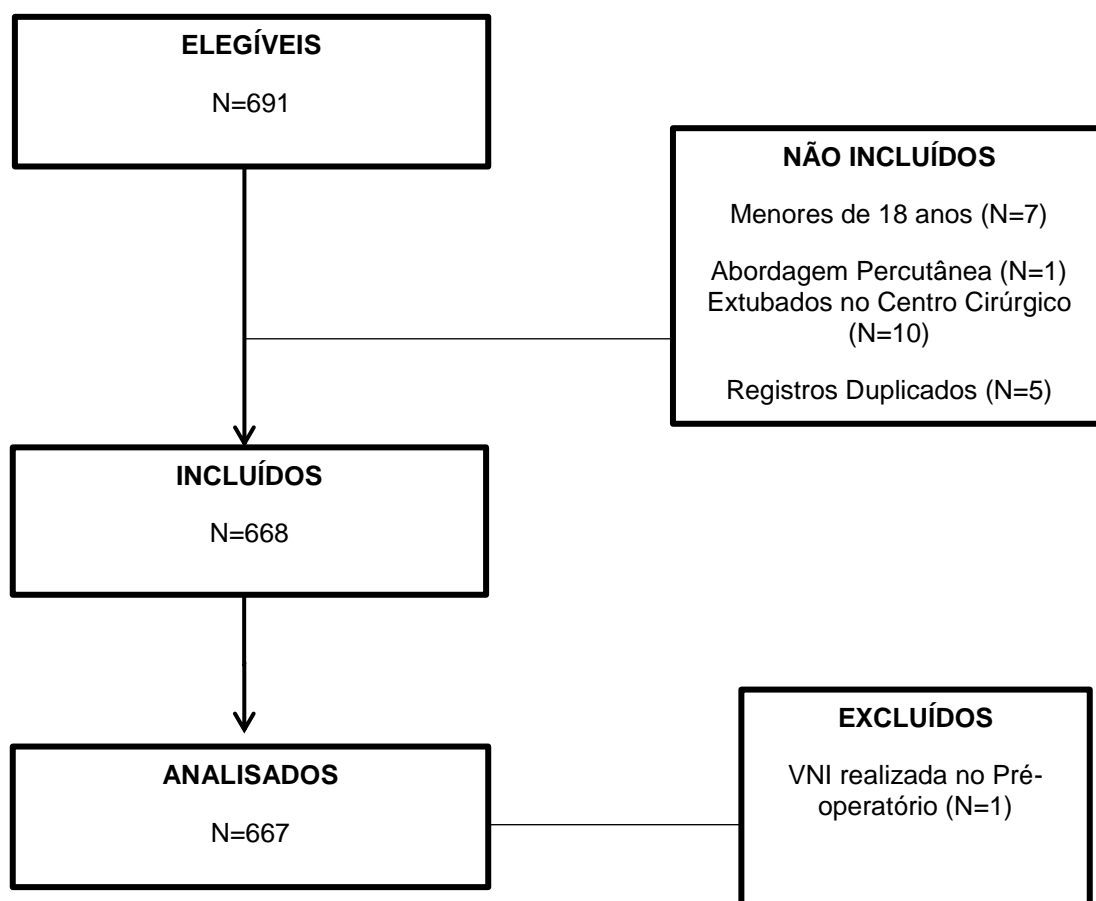
## **6. RESULTADOS**

### **6.1 Identificação dos possíveis preditores de aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca de acordo com a literatura**

O texto completo do manuscrito descrevendo os resultados da revisão sistemática da literatura encontra-se no ANEXO 3.

### **6.2 Estudo das possíveis variáveis pré-operatórias, intraoperatórias e pós-operatórias preditoras da necessidade de prescrição de VNI no PO de cirurgia cardíaca**

O presente estudo avaliou uma amostra de 691 pacientes de um hospital público referência em cardiologia da cidade do Rio de Janeiro (RJ, Brasil), no período de outubro de 2018 a março de 2020. Do total de pacientes elegíveis (n=691), não foram incluídos os pacientes menores de 18 anos (n=7), aqueles que realizaram abordagem percutânea (n=1), os extubados no centro cirúrgico (n=10) e os registros duplicados (n=5). Dessa forma, foram incluídos (n=668) apenas os pacientes maiores de 18 anos, extubados na UTCIC no período pós-operatório e submetidos a cirurgia cardíaca com esternotomia mediana. Após a exclusão dos pacientes que realizaram VNI no pré-operatório (n=1) restaram 667 prontuários para serem analisados conforme esquematizado na Figura 2.



**Figura 2.** Fluxograma do Estudo.

### 6.3 Dados descritivos antropométricos e de pré-operatório

Na tabela 1 observa-se que a maioria dos pacientes foi do sexo masculino (59,6%); uma mediana de idade de 58 anos [49 – 65], IMC (kg.m<sup>-2</sup>) 25,8 [23,2 – 29,1]; FEVE (%) 60,0 [48 – 68] e Risco pré-operatório (%) 2,1 [1,1 – 4,6]. A maioria dos sujeitos era da cor branca (52,8%) e o tipo de cirurgia mais realizada foi a RVM (42,0%) seguida pelas cirurgias valvares (37,9%).

**Tabela 1.** Descrição das variáveis antropométricas e de pré-operatório

Variáveis	Média ± DP ou Mediana [IQ 25-75] ou N (%)
Idade (anos; N= 667)	58 [49 – 65]
Sexo (N=667)	
Feminino	269 (40,3)
Masculino	398 (59,6)
Peso (kg; N= 667)	72 [63 - 82]
Altura (m; N=667)	1,66 ± 0,1
IMC (kg.m <sup>-2</sup> ; N=667)	25,8 [23,2 – 29,1]
FEVE (%; N= 622)	60,0 [48 – 68]
Risco pré-operatório (%; N= 577)	2,1 [1,1 – 4,6]
Cor (N=647)	
Branco	342 (52,8)
Pardo	221 (34,1)
Preto	78 (12,0)
Amarelo	6 (0,9)
Tipo de cirurgia realizada (N=667)	
RVM	280 (42,0)
Valvar	253 (37,9)
Aorta	39 (5,8)
Cirurgias combinadas	53 (7,95)
Outras*	42 (6,3)

**IMC**= índice de massa corporal; **RVM** = revascularização do miocárdio; **Outras cirurgias** : transplante cardíaco, atriosseptoplastia, ressecção de mixoma, correção de comunicação interventricular, correção de comunicação interatrial, ressecção de membrana subaórtica, pericardiectomia, extração de cabo de marcapasso infectado, correção de obstrução de veia cava superior, correção de atresia pulmonar, fechamento de auriculeta.

Na tabela 2 observam-se os dados referentes às comorbidades presentes na amostra. Foi possível observar que a maioria dos sujeitos eram hipertensos (75,2%) e que quanto à classe funcional, a maior parte foi classificada em estágio 2 (34,1%) e 3 (43,5%), avaliada pela NYHA. A amostra também apresentou outras comorbidades como IAM (32,0%), DM (29,1%), DLP (36,1%), DVP (4,2%), tabagismo (10,0), etilismo (11,7%) e DPOC (5,2%);

**Tabela 2.** Descrição das variáveis de pré-operatório

<b>c</b>	<b>Média ± DP ou N (%) ou Mediana [IQ]</b>
<b>Comorbidades</b>	
<b>DPOC</b> (N=588)	31 (5,2)
<b>HAS</b> (N=667)	502 (75,2)
<b>IAM</b> (N=667)	214 (32,0)
<b>DM</b> (N= 667)	194 (29,1)
<b>Obesidade</b> (N=667)	
	Não obesos
	527 (79,0)
	Obesos
	140 (21,0)
<b>DLP</b> (N= 667)	241 (36,1)
<b>DVP</b> (N=572)	24 (4,2)
<b>Tabagismo</b> (N=667)	
	Sim
	67 (10,0)
	Ex tabagista
	235 (35,2)
	ND
	63 (9,4)
<b>Sedentarismo</b> (N=667)	
	Sim
	116 (17,4)
	ND
	258 (38,7)
<b>Etilismo</b> (N=667)	
	Sim
	78 (11,7)
	ND
	180 (27,0)
<b>Dependência química</b> (N=667)	
	Sim
	23 (3,4)
	ND
	185 (27,7)
<b>Classificação funcional (NYHA)</b> (N=416)	
	1
	49 (11,8)
	2
	142 (34,1)
	3
	181 (43,5)
	4
	44 (10,6)

**DPOC**= Doença pulmonar obstrutiva crônica; **HAS**= Hipertensão arterial sistólica; **IAM**= Infarto agudo do miocárdio; **DM**=Diabetes Mellitus; **DLP** = Dislipidemia; **DVP**= Doença vascular periférica; **NYHA**= Classificação funcional da *New York Heart Association*.

## 6.4 Dados descritivos do intra-operatório

Na tabela 3 estão dispostos os dados descritivos das variáveis do intra-operatório, cujo tempo de CEC foi em média de 109 min [83 – 146] e o tempo de Clampeamento aórtico 93 min [70 – 125]. As complicações mais prevalentes foram o sangramento (17,7%) seguido pelas arritmias (5,8%) e politransusão (4,0%).

**Tabela 3.** Descrição das variáveis de intra-operatório

Variáveis	Média ± DP ou N (%) ou Mediana [IQ]
<b>Tempo de CEC (min) (N=653)</b>	109 [83 – 146]
<b>Tempo de Clampeamento aórtico (min) (N=643)</b>	93 [70 – 125]
<b>Balanco Hídrico Cirúrgico(ml) (N=631)</b>	320 [-361 – +1177]
<b>Complicações</b>	
Sangramento (N=667)	118 (17,7)
Politransusão(N=667)	27 (4,0)
Arritmias(N=667)	39 (5,8)
Alterações Hemodinâmicas (N=667)	16 (2,4)
Outras complicações* (N=667)	14 (2,1)

**CEC:** Circulação extracorpórea ; **\*Outras complicações:** Fibrilação ventricular; Fibrilação atrial; Marcapasso; Laceração de VD; Lesão de artéria mamária esquerda; Laceração de anastomose; Obstrução de artéria axilar direita; Bulectomia; PCR; Disfunção biventricular; FA; Paralisia diafragmática; Disfunção de VE; Dificuldade de perfusão na CEC; Choque inflamatório; choque vasoplégico; Instabilidade hemodinâmica; Bloqueio de Ramo esquerdo.

## 6.5 Dados descritivos do pós-operatório

Na tabela 4 estão dispostos os dados descritivos das variáveis do pós-operatório nos momentos de admissão, pré-extubação e no D1. No que se refere a sedação na admissão 78,6% dos pacientes estavam sedados, e apresentavam pontuações -3(10,66%), - 4(32,13%), -5(47,02%) avaliadas pela escala de RASS. A avaliação da dor na admissão foi 0(23,56%), 1-2(3,46%), 3-4 (1,15%), 5-6(0,16%). Quanto à classificação do aspecto da secreção na admissão 90,57% dos pacientes não apresentaram secreção.

O valor da P/F Pré-EOT foi de 367 [291,42 – 445] enquanto a capacidade Vital Pré-EOT foi de (mL.kg de peso predito) 20,93 [16,43 – 31,57]. O tempo EOT (minutos) foi de 1730 [370 – 2145]. A maioria dos RX Pré-EOT foram classificados com transparência normal (59,21%), seguidos pelo derrame pleural (19,94%), edema pulmonar (9,37%), atelectasia (2,42%) e pneumonia (1,51%).

Quanto à presença de delirium (EOT), apenas 3,75% dos pacientes foram acometidos. Os valores da PImáx no D1 foram -40 cmH<sub>2</sub>O[-60 – 30] e de PEmáx (D1) 50 cmH<sub>2</sub>O [32- 60] enquanto a capacidade vital predita (D1) EOT 24,48 ml/Kg peso predito [17,68 – 33,15].

A classificação da dor no D1 foi 0 (49,72%), 1-2 (33,83%), 3-4 (11,96%), 5-6 (2,43%), 7-8 (1,68%),9-10 (0,37%) enquanto a apresentação de delirium nesse momento foi de apenas 4,07% dos pacientes. Foram extubados em >24h cerca de 87,48% dos pacientes e apenas 2,10 % apresentaram falha da extubação

Tabela 4. Descrição das variáveis de pós-operatório

Variáveis de Pós-Operatório	Média ± DP ou N (%) ou Mediana [IQ]
<b>Parâmetros Ventilatórios (Admissão)</b>	
Volume corrente em VM (mL.kg de peso predito; N=651)	7,67 [7,00 – 8,78]
Pressão de Pico (cmH2O; N=626)	22 [20 – 26]
Pressão de Platô (cmH2O; N=505)	18 [15 – 20]
PEEP (cmH2O; N=654)	5 [5-6]
<b>Sedação (Admissão) (N= 659)</b>	
Sim	518 (78,6)
Não	141(21,4)
<b>RASS (Admissão)(N=638)</b>	
+4	-
+3	-
+2	4 (0,62)
+1	10 (1,57)
0	16 (2,51)
-1	12 (1,88)
-2	23 (3,61)
-3	68 (10,66)
-4	205(32,13)
-5	300 (47,02)
<b>Dor (Admissão) (N=607)</b>	
0	143 (23,56)
1-2	21 (3,46)
3-4	7 (1,15)
5-6	1(0,16)
7-8	-
9-10	-
Não se aplica	435 (71,66)
<b>Secreção (Admissão) (N=636)</b>	
Purulenta	5 (0,79)
Mucopurulenta	12 (1,89)
Mucóide	31 (4,87)
Mucossanguinolenta	12 (1,89)
Ausente	576 (90,57)
<b>GSA Pré-EOT</b>	
PH (N=600)	7,40 [7,37 – 7,44]
PO2 (mmHg ; N=599)	132 [104 – 163]
CO2 (mmHg; N=595)	36,9 [33 – 40,5]
HCO3 (mEq/L; N=597)	23 [21,4 – 24,7]
BE (mEq/L; N=525)	-1,4 [-3 – +0,4]
Lactato (mmol/L; N=592)	2 [1,4 – 3]
P/F (N=545)	367 [291,42 – 445]
Hemoglobina (g/dL; N=448)	10,50 [9,5 – 11,4]
Hematócrito (%; N=389)	32,20 [29 – 35,2]

<b>Capacidade Vital Pré-EOT (mL.kg de peso predito; N=118)</b>		20,93 [16,43 – 31,57]
<b>Tempo EOT (minutos; N=602)</b>		1730 [370 – 2145]
<b>Dor Pré-EOT (N=412)</b>		
	0	237 (57,52)
	1-2	96 (23,30)
	3-4	45 (10,92)
	5-6	-
	7-8	1 (0,24)
	9-10	1 (0,24)
	Não se aplica	32 (7,77)
<b>RX Pré-EOT (N=331)</b>		
	Edema pulmonar	31 (9,37)
	Pneumonia	5 (1,51)
	Derrame Pleural	66 (19,94)
	Atelectasia	8 (2,42)
	Pneumotórax	5 (1,51)
	Normal	196 (59,21)
	Outros	20 (6,04)
<b>Delirium (EOT) (N=667)</b>		
	Não	642 (96,23)
	Sim	25 (3,75)
<b>RASS (D1) (N=570)</b>		
	+4	2 (0,35)
	+3	3 (0,53)
	+2	16 (2,81)
	+1	17 (2,98)
	0	441 (77,37)
	-1	35 (6,14)
	-2	11 (1,93)
	-3	7 (1,23)
	-4	12 (2,11)
	-5	26 (4,56)
<b>PI (D1) (N=342)</b>		-40 [-60 – 30]
<b>PE (D1) (N=341)</b>		50 [32- 60]
<b>Capacidade Vital predita (D1) EOT (N=181)</b>		24,48 [17,68 – 33,15]
<b>Balanço Hídrico(D1) (N=519)</b>		853,07 (± 1079,41)
<b>GSA (D1)</b>		
	pH (N= 545)	7,41 [7,38 – 7,43]
	PO2 (mmHg; N=602)	98,7 [77 – 138]
	CO2 (mmHg; N=602)	36,2 [33,5 – 39]
	HCO3 (mEq/L; N=598)	23 [21,4 – 25]
	Lactato(mmol/L; N=602)	1,7 [1,2 – 2,4]
	Hemoglobina (g/dL; N=520)	10 [9,2 – 11,1]
	Hematócrito (%; N=463)	30,40 [27,9 – 33,8]
<b>Dor (D1)(N=535)</b>		
	0	266 (49,72)
	1-2	181 (33,83)
	3-4	64 (11,96)
	5-6	13 (2,43)

	7-8	9 (1,68)
	9-10	2 (0,37)
<b>Delirium (D1) (N=540)</b>		
	Não	518 (95,93)
	Sim	22 (4,07)
<b>EOT &gt;24h (N=527)</b>		
	Sim	461 (87,48)
	Não	66 (12,52)
<b>Falha da extubação (N=667)</b>		
	Sim	14 (2,10)
	Não	653 (97,90)

**PEEP=** Pressão positiva ao final da expiração; **GSA=** Gasometria arterial; **EOT=** extubação orotraqueal; **P/F:** relação entre pO<sub>2</sub> (pressão parcial arterial do gás) e FiO<sub>2</sub> (fração inspirada de oxigênio); **Pimáx=** Pressão inspiratória máxima; **Pemáx=** Pressão expiratória máxima.

## 6.6 Dados descritivos relativos ao uso da VNI

Na tabela 5 estão expostos os dados relativos à aplicação da VNI. No total 667 pacientes foram incluídos no estudo, destes apenas 112 (16,7%) realizaram a VNI. Nesse sentido, as principais indicações foram hipoxemia (16,9%), aumento do trabalho respiratório (36,6%), hipoxemia e aumento do trabalho respiratório (26,8%) e profilaxia (9,8%). Desses, destaca-se o aumento do trabalho respiratório como o motivo mais prevalente para a indicação da VNI. O modo ventilatório mais utilizado foi o BIPAP (78,9%) vs CPAP (21%) e foram utilizados 1 vez ao dia em 43,4%, 2 vezes ao dia em 25,2% e 3 vezes ao dia em 31,3% da amostra (N= 99). O tempo para o início da VNI foi de aproximadamente 3,45 dias ( $\pm 2,9$ ) e a terapia foi realizada por um período de 3,75 ( $\pm 4,2$ ). A média de tempo (min) da VNI realizada 1 vez ao dia foi de 96,11 ( $\pm 209,6$ ), 2 vezes ao dia foi de 84,16 ( $\pm 65,5$ ) e 3 vezes ao dia de 74,13 ( $\pm 39,2$ ), sendo a média do tempo total de 211,5 ( $\pm 63,12$ ). Quanto aos motivos de interrupção da VNI, a maioria deveu-se à melhora do quadro respiratório (73,8%), necessidade de IOT (17,0%) e instabilidade hemodinâmica (3,4%).

**Tabela 5.** Descrição das variáveis relativas a aplicação da VNI.

Variáveis da VNI	Média $\pm$ DP ou N (%) ou Mediana [IQ]
<b>VNI (N=667)</b>	
Realizaram	112 (16,79)
Não realizaram	555 (83,21)
<b>Motivo da VNI (N=112)</b>	
Hipoxemia	19 (16,9)
Aumento do trabalho respiratório	41 (36,6)
Hipoxemia + Aumento do trabalho respiratório	30 (26,8)
Profilática	11 (9,8)
Não informado	11 (9,8)
<b>Modos da VNI (N=57)</b>	
BIPAP	45 (78,9)
CPAP	12 (21,0)

<b>Quantas vezes/dia foi utilizada (N=99)</b>		
	1	43 (43,4)
	2	25 (25,2)
	3	31 (31,3)
<b>Dias para início da VNI (N=106)</b>		
		3,45 (± 2,9)
<b>Dias de realização da VNI (N= 101)</b>		
		3,75 (± 4,2)
<b>Períodos de VNI (min)</b>		
	1 (N=87)	96,11 (± 209,6)
	2 (N=54)	84,16 (± 65,5)
	3 (N=29)	74,13 (± 39,2)
<b>Tempo total (N=30)</b>		
		211,5 (± 63,12)
<b>Motivo da Interrupção da VNI (N=88)</b>		
	Melhora do quadro respiratório	65 (73,8)
	IOT	15 (17,0)
	Instabilidade Hemodinâmica	3 (3,4)
	Outros	5 (5,7)

---

**VNI**= Ventilação não-invasiva; **BIPAP**= Pressão positiva em dois níveis; **CPAP**= Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas; **IOT**= intubação orotraqueal

### 6.7 Descrição da VNI de acordo com o motivo da prescrição

Na tabela 6 foram descritos os dados relativos à prescrição da VNI por hipoxemia, aumento do trabalho respiratório, hipoxemia + aumento do trabalho respiratório e profilaxia. Em todas as ocasiões o BIPAP (72,7%; 87,5%; 66,6%; 80%) foi o modo mais utilizado quando comparado ao CPAP e com exceção do motivo “Não informado”, em todos os casos o motivo de interrupção relatado como mais prevalente foi devido melhora do quadro respiratório (88,2%; 71,8%; 70,3%, 60%).

**Tabela 6.** Descrição da VNI prescrita para hipoxemia, aumento do trabalho respiratório, hipoxemia e aumento do trabalho respiratório, profilática e não informada.

Variável	Hipoxemia (N=19)	Aumento do trabalho respiratório (N=41)	Hipoxemia + Aumento do trabalho respiratório (N=29)	Profilática (N=11)	Não Informado (N=6)
	Média ± DP ou	Média ± DP ou	Média ± DP ou	Média ± DP ou N (%) ou	Média ± DP ou
	N (%) ou	N (%) ou	N (%) ou	Mediana [IQ]	N (%) ou
	Mediana [IQ]	Mediana [IQ]	Mediana [IQ]		Mediana [IQ]
<b>Dias para início da VNI</b>	N=19 2,31 (± 1,2)	N=41 4,4 (± 3,7)	N=29 2,7 (±1,8)	N=11 3,9 (± 3,3)	N=6 2,6 (±1,8)
<b>Dias realizados</b>	N=19 3,42 (± 5,4)	N=40 4,0 (± 4,3)	N=29 3,9 (±4,1)	N=10 3,2 (±1,9)	N=3 2,6 (±2,0)
<b>Períodos de VNI (min)</b>					
1	N=16 52,81 (± 13,6)	N=36 103,4 (± 231,8)	N=27 66,8 (±25,4)	N=7 275,7 (± 515,7)	N=1 60( ± 0)
2	N=9 67,7 (± 31,5)	N=22 86,6 (± 46,0)	N=20 89,5 (±94,4)	N=3 80 (± 34,6)	0

	3	N=5	N=13	N=8	N=3	0
		60 ( $\pm$ 0)	81,5 ( $\pm$ 48,3)	76,2 ( $\pm$ 42,7)	60 ( $\pm$ 0)	
<b>Tempo total (min)</b>		N=5	N=13	N=9	N=3	0
		194 ( $\pm$ 43,3)	221,1 ( $\pm$ 59,0)	197,7 ( $\pm$ 68,7)	240 ( $\pm$ 103,9)	
<b>Vezes VNI</b>						
	1	8 (44,4)	17 (42,5)	9 (32,1)	6 (60,0)	3 (100)
	2	4 (22,2)	9 (22,5)	11 (39,3)	1 (10,0)	0
	3	6 (33,3)	14 (35,0)	8 (28,5)	3 (30,0)	0
<b>Motivo da Interrupção da VNI</b>						
	Melhora do Quadro	15 (88,2)	28 (71,8)	19 (70,3)	3 (60,0)	0
	IOT	1 (5,88)	6 (15,4)	7 (25,9)	1 (20,0)	0
	Óbito/ Instab. Hemod.	0	1 (2,5)	1 (3,7)	1 (20,0)	0
	Outros*	1 (5,88)	4 (10,2)	0	0	0
<b>Modos VNI</b>						
	BIPAP	8 (72,7)	21 (87,5)	10 (66,6)	4 (80,0)	2 (100)
	CPAP	3 (27,2)	3 (12,5)	5 (33,33)	1 (20,0)	0

---

**VNI**= Ventilação não-invasiva; **BIPAP**= Pressão positiva em dois níveis; **CPAP**= Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas; **IOT**= intubação orotraqueal

## 6.8 Análise univariada do pré-operatório

A tabela 7 apresenta os resultados da análise univariada da associação das variáveis de pré-operatório com a prescrição de VNI. Foram consideradas para o modelo multivariado as variáveis DM ( $p=0,098$ ), risco pré-operatório ( $P=0,014$ ) e a NYHA 2 ( $P=0,064$ ).

**Tabela 7:** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a prescrição da VNI.

Variáveis do Pré-operatório	OR	IC	P-valor	
<b>Idade</b>	1,02	1,00 a 1,03	0,012	
<b>IMC</b>	1,16	0,71 a 1,88	0,545	
<b>FEVE</b>	0,99	0,97 a 1,00	0,278	
<b>Risco pré-operatório</b>	1,04	1,00 a 1,09	<b>0,014</b>	
<b>NYHA</b>				
	2	0,41	0,16 a 1,05	<b>0,064</b>
	3	1,22	0,54 a 2,75	0,615
	4	1,48	0,54 a 4,00	0,438
<b>Sexo</b>	0,80	0,53 a 1,21	0,295	
<b>Cirurgia</b>				
	RVM	1,05	0,65 a 1,66	0,830
	Valvar	1,60	0,67 a 3,69	0,251
	Aorta	1,56	0,74 a 3,11	0,219
	Cirurgias combinadas	0,89	0,37 a 1,87	0,812
<b>DPOC</b>	0,65	0,27 a 1,56	0,344	
<b>Tabagismo</b>				
	Sim	-	-	-
	Não	1,09	0,52 a 2,28	0,819
	Ex tabagista	1,27	0,60 a 2,69	0,523
	ND	1,20	0,47 a 3,07	0,695
<b>DM</b>	0,69	0,45 a 1,06	<b>0,098</b>	
<b>HAS</b>	0,71	0,43 a 1,19	0,200	
<b>Sedentarismo</b>				
	Sim	1,12	0,62 a 2,02	0,695
	Não	1,38	0,88 a 2,15	0,158
<b>IAM</b>	1,13	0,82 a 2,03	0,259	

**IMC**= índice de massa corporal; **FEVE** = Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo; **NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*; **DPOC**= Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; **DM**= Diabetes Mellitus ; **HAS** = Hipertensão Arterial Sistêmica; **IAM**= Infarto Agudo do Miocárdio. As variáveis com valor de  $P < 0,1$  foram incluídas no modelo multivariado.

### 6.9 Análise multivariada do pré-operatório

A tabela 8 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis de pré-operatório que foram significativas na análise univariada. Apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) as variáveis DM ( $P = 0,012$ ), Risco pré-operatório ( $P = 0,046$ ) e a NYHA 2 ( $P = 0,004$ ) tanto no modelo sem ajustes, quanto no ajustado por sexo e idade.

**Tabela 8:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a prescrição da VNI considerando  $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo e idade.

Variáveis de Pré-operatório	OR	IC	P-valor
	Sem ajuste		
DM	0,46	0,25 a 0,84	0,012
Risco pré-operatório	1,05	1,00 a 1,10	0,046
NYHA 2	0,35	0,17 a 0,70	0,004
	Ajustado por idade e sexo		
DM	0,46	0,25 a 0,84	0,012
Risco pré-operatório	1,05	1,00 a 1,10	0,046
NYHA 2	0,35	0,17 a 0,70	0,004

**DM**= Diabetes Mellitus; **NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*.

### 6.10 Análise univariada do intra-operatório

A tabela 9 apresenta os resultados da análise univariada das variáveis de intra-operatório e a associação das mesmas com a indicação da VNI. Apresentaram associação estatisticamente relevantes as variáveis CEC (P=0,000), Tempo de clampamento aórtico (0,002), sangramento (0,053), politransusão (0,075) e arritmias (P=0,054). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 9:** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI considerando P<0,1.

Variáveis do Intra-operatório	OR	IC	P-valor
CEC (min)	1,00	1,00 a 1,00	<b>0,000</b>
Tempo de clampamento aórtico (min)	1,00	1,00 a 1,00	<b>0,002</b>
Sangramento	1,61	0,99 a 2,63	<b>0,053</b>
Politransusão	2,17	0,92 a 5,08	<b>0,075</b>
Arritmias	2,04	0,98 a 4,25	<b>0,054</b>
Alterações hemodinâmicas	1,67	0,53 a 5,29	0,379

**CEC=** Circulação extracorpórea.

### 6.11 Análise multivariada do intra-operatório

A tabela 10 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis do intra-operatório que foram significativas na análise univariada. Apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) a variável CEC ( $P = 0,000$ ) no modelo sem ajustes, as variáveis CEC ( $P = 0,002$ ) e idade ( $P = 0,002$ ) no modelo ajustado por idade e sexo e as variáveis CEC ( $P = 0,010$ ), NYHA 2 ( $P = 0,003$ ) e DM ( $P = 0,006$ ) no modelo ajustado por idade, sexo e pelas variáveis preditoras significativas ( $P < 0,05$ ) do pré-operatório.

**Tabela 10:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI considerando  $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo, idade e variáveis preditoras do pré-operatório.

Variáveis de Intra-operatório	OR	IC	P-valor
Sem ajuste			
CEC	1,00	1,00 a 1,00	0,000
<b>Ajustado por idade e sexo</b>			
CEC	1,00	1,00 a 1,01	0,000
Idade	1,02	1,01 a 1,04	0,002
<b>Ajustado por idade, sexo e variáveis preditoras do pré-operatório</b>			
CEC	1,00	1,00 a 1,01	0,010
NYHA 2	0,33	0,16 a 0,68	0,003
DM	0,42	0,23 a 0,77	0,006

**CEC**= Circulação extracorpórea; **NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*;

**DPOC**= Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; **DM**= Diabetes Mellitus.

### 6.12 Análise univariada do pós-operatório no momento pré-extubação

A tabela 11 apresenta os resultados da análise univariada das variáveis do pós-operatório no momento pré-EOT e a associação das mesmas com a indicação da VNI. Apresentaram associação estatisticamente significativa as variáveis Lactato (P=0,026) e a P/F (P=0,000). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 11:** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório e a prescrição da VNI considerando P<0,1.

Variáveis do Pós-operatório (Pré-EOT)	OR	IC	P-valor
Lactato	0,80	0,67 a 0,97	<b>0,026</b>
Capacidade Vital predita	0,95	0,89 a 1,02	0,220
P/F	0,99	0,99 a 0,99	<b>0,000</b>
Hb	0,85	0,71 a 1,00	0,058
Tempo para EOT	0,99	0,99 a 1,00	0,959
pH			
Acidose	1,51	0,89 a 2,57	0,123
Alcalose	0,86	0,47 a 1,56	0,634

**P/F:** relação entre pO<sub>2</sub> (pressão parcial arterial do gás) e FiO<sub>2</sub> (fração inspirada de oxigênio);  
**Hb=** Hemoglobina; **EOT=** extubação orotraqueal.

### 6.13 Análise multivariada do pós-operatório no momento pré-extubação

A tabela 12 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis do pós-operatório pré-EOT que foram significativas na análise univariada. Apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) a variável P/F ( $P = 0,000$ ) no modelo sem ajustes, no ajustado por idade e sexo, no ajustado por idade, sexo e variáveis preditoras do pré-operatório e do intra-operatório e, por último, no modelo ajustado pelas variáveis independentes do pré-operatório e do intra-operatório.

**Tabela 12:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório pré-EOT e a prescrição da VNI considerando  $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo, idade e variáveis preditoras do pré e do intra-operatório.

Variáveis Pós-operatório	OR	IC	P-valor
Sem ajuste			
P/F (EOT)	0,99	0,99 a 0,99	0,000
Ajustado por idade e sexo			
P/F (EOT)	0,99	0,99 a 0,99	0,000
Ajustado por idade, sexo e variáveis preditoras do pré-operatório e do intra-operatório			
P/F (EOT)	0,99	0,99 a 0,99	0,000
Ajustado pelas variáveis independentes do pré-operatório e do intra-operatório			
P/F(EOT)	0,99	0,99 a 0,99	0,000

**P/F:** relação entre pO<sub>2</sub> (pressão parcial arterial do gás) e FiO<sub>2</sub> (fração inspirada de oxigênio);  
**EOT=** extubação orotraqueal.

### 6.14 Análise univariada do pós-operatório 24h após EOT

A tabela 13 apresenta os resultados da análise univariada das variáveis do pós-operatório no D1 e a associação das mesmas com a indicação da VNI. Apresentaram associação estatisticamente relevantes as variáveis Capacidade Vital predita ( $P=0,032$ ), Fraqueza muscular inspiratória ( $P_{\text{máx}} > -30$ ) ( $P=0,027$ ), Hb ( $P=0,001$ ) e a EOT em até 24h ( $P=0,000$ ). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 13:** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (D1) e a prescrição da VNI considerando  $P < 0,1$ .

Variáveis do Pós-operatório (D1)	OR	IC	P-valor
Capacidade Vital predita	0,94	0,88 a 0,99	<b>0,032</b>
Fraqueza muscular inspiratória ( $P_{\text{máx}} > -30$ )	2,44	1,10 a 5,41	<b>0,027</b>
Fraqueza muscular expiratória ( $P_{\text{máx}} < 40$ )	1,09	0,57 a 2,08	0,781
Lactato	1,01	0,92 a 1,12	0,726
Hb	0,77	0,66 a 0,90	<b>0,001</b>
EOT em até 24h	3,48	1,97 a 6,13	<b>0,000</b>
Ph			
Acidose	1,51	0,89 a 2,57	0,123
Alcalose	0,856	0,47 a 1,56	0,634

**$P_{\text{máx}}$** = Pressão inspiratória máxima;  **$P_{\text{máx}}$** = Pressão expiratória máxima; **Hb**= Hemoglobina; **EOT**= extubação orotraqueal.

### 6.15 Análise multivariada do pós-operatório 24h após EOT

A tabela 14 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis do pós-operatório no D1 que foram significativas na análise univariada. Apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) as variáveis Capacidade Vital predita ( $P = 0,050$ ) e idade ( $P = 0,042$ ) no modelo ajustado por idade e sexo, e as variáveis Capacidade Vital predita ( $P = 0,022$ ), NYHA 4 ( $P = 0,011$ ), CEC ( $P = 0,050$ ) e Idade ( $P = 0,008$ ) no modelo ajustado por idade, sexo e variáveis significativas do pré-operatório e do intra-operatório. Não houve variável significativa no modelo sem ajustes.

**Tabela 14:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (D1) e a prescrição da VNI considerando  $P < 0,05$ , sem ajustes e ajustados por sexo, idade e variáveis preditoras do pré e do intra-operatório.

Variáveis Pós-operatório (D1)	OR	IC	P-valor
Sem ajuste			
Não houve			
Ajustado por idade e sexo			
Capacidade Vital predita	0,93	0,88 a 0,99	0,050
Idade	1,05	1,00 a 1,11	0,042
Ajustado por idade, sexo e variáveis preditoras do pré-operatório e do intra-operatório			
Capacidade Vital predita	0,88	0,79 a 0,98	0,022
NYHA 4	18,46	1,94 a 175,28	0,011
CEC	1,01	1,00 a 1,03	0,050
Idade	1,15	1,03 a 1,28	0,008

**CEC**= Circulação extracorpórea; **NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*.

### 6.16 Modelo de associação entre o pré-operatório e a VNI curativa

A tabela 15 apresenta os resultados da análise de regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ . As variáveis que mostraram associação estatisticamente relevantes foram a idade ( $P = 0,032$ ) e o risco pré-operatório ( $P = 0,047$ ). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 15.** Modelo de regressão linear avaliando associação entre as variáveis do Pré-operatório e as ventilações não-invasivas curativas.

Variáveis do Pré-operatório	OR	IC	P-valor	
<b>Idade</b>	1,02	1,00 a 1,04	<b>0,032</b>	
<b>IMC</b>	1,02	0,59 a 1,77	0,921	
<b>FEVE</b>	0,98	0,97 a 1,00	0,088	
<b>Risco Pré-operatório</b>	1,04	1,00 a 1,09	<b>0,047</b>	
<b>NYHA</b>				
	2	0,51	0,17 a 1,51	0,228
	3	1,56	0,61 a 3,98	0,353
	4	2,02	0,66 a 6,14	0,215
<b>Sexo</b>	0,74	0,47 a 1,15	0,188	
<b>Cirurgia</b>				
	RVM	1,06	0,63 a 1,77	0,810
	Valvar	2,02	0,88 a 4,61	0,094
	Aorta	1,48	0,66 a 3,03	0,339
	Cirurgias combinadas	0,74	0,25 a 2,23	0,604
<b>DPOC</b>	0,74	0,27 a 2,01	0,559	
<b>Tabagismo</b>				
	Sim	-	-	-
	Não	0,81	0,38 a 1,74	0,602

	Ex-tabagista	1,09	0,51 a 2,34	0,808
	ND	0,76	0,27 a 2,16	0,616
<b>DM</b>		0,73	0,45 a 1,18	0,205
<b>HAS</b>		0,84	0,49 a 1,43	0,523
<b>Sedentarismo</b>				
	Sim	0,82	0,41 a 1,65	0,588
	Não	1,31	0,81 a 2,12	0,264
<b>IAM</b>		1,22	0,74 a 2,00	0,424

**IMC**= índice de massa corporal; **FEVE** = Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo; **NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*; **DPOC**= Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; **DM**= Diabetes Mellitus; **HAS** = Hipertensão Arterial Sistêmica; **IAM**= Infarto Agudo do Miocárdio.

### 6.17 Modelo multivariado do pré-operatório e associação com a VNI curativa

A tabela 16 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis significativas do pré-operatório que estiveram associadas à prescrição da VNI curativa. Foram estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) a variável idade ( $P = 0,027$ ) no modelo sem ajuste e no modelo ajustado por sexo e idade, as variáveis idade ( $P = 0,006$ ) e risco pré-operatório ( $P = 0,030$ ).

**Tabela 16:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,05$ .

Variáveis Pré-operatório	OR	IC	P-valor
Sem ajuste			
Idade	1,02	1,00 a 1,05	0,027
Ajustado por idade e sexo			
Idade	1,03	1,00 a 1,05	0,006
Risco Pré-operatório	1,04	1,00 a 1,08	0,030

### 6.18 Modelo de associação entre o Intra-operatório e a VNI

A tabela 17 apresenta os resultados da análise de regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ . As variáveis que mostraram associação estatisticamente relevantes foram a CEC ( $P = 0,002$ ), o clampeamento aórtico ( $P = 0,013$ ) e arritmias ( $P = 0,066$ ). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 17:** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ .

Variáveis do Intra-operatório	OR	IC	P-valor
CEC	1,00	1,00 a 1,00	<b>0,002</b>
Clampeamento aórtico	1,00	1,00 a 1,00	<b>0,013</b>
Sangramento	1,45	0,84 a 2,51	0,176
Politransusão	1,65	0,60 a 4,56	0,326
Arritmias	2,09	0,95 a 4,6	<b>0,066</b>
Alterações Hemodinâmicas	1,56	0,43 a 5,64	0,497

**CEC=** Circulação extracorpórea.

### 6.19 Modelo multivariado do Intra-operatório e associação com a VNI curativa

A tabela 18 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis significativas do intra-operatório que estiveram associadas à prescrição da VNI curativa. Foram estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) a variável CEC ( $P = 0,002$ ) no modelo sem ajuste, a idade ( $P = 0,037$ ) no modelo ajustado por idade e sexo; a Idade ( $P = 0,008$ ) e a NYHA 2 ( $P = 0,002$ ) no modelo ajustado por idade, sexo e preditores significativos do pré-operatório.

**Tabela 18:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,05$ , sem ajustes.

Variáveis Intra-operatório	OR	IC	P-valor
Sem ajuste			
CEC	1,00	1,00 a 1,00	0,002
Ajustado por idade e sexo			
Idade	1,02	1,00 a 1,04	0,037
Ajustado por idade, sexo e preditores de pré operatório			
Idade	1,03	1,00 a 1,05	0,008
NYHA 2	0,322	0,15 a 0,66	0,002

**CEC**= Circulação extracorpórea; **NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*.

## 6.20 Modelo de associação entre o Pós-operatório (Pré-EOT) e a VNI curativa

A tabela 19 apresenta os resultados da análise de regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (Pré-EOT) e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ . As variáveis que mostraram associação estatisticamente relevantes foram o lactato ( $P = 0,022$ ) e a P/F ( $P = 0,000$ ). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 19:** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (Pré-EOT) e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ .

Variáveis do Pós-operatório (Pré-EOT)	OR	IC	P-valor
Lactato	0,78	0,63 a 0,96	<b>0,022</b>
Capacidade Vital predita	0,96	0,89 a 1,02	0,257
P/F	0,99	0,99 a 0,99	<b>0,000</b>
Hb	0,89	0,75 a 1,07	0,234
Tempo para EOT	0,99	0,99 a 1,00	0,942
Ph			
Acidose	1,57	0,88 a 2,78	0,120
Alcalose	0,94	0,50 a 1,77	0,857

**Hb**= Hemoglobina; **EOT**= extubação orotraqueal; **P/F**: relação entre pO<sub>2</sub> (pressão parcial arterial do gás) e FiO<sub>2</sub> (fração inspirada de oxigênio).

### 6.21 Modelo multivariado do Pós-operatório (Pré-EOT) e associação com a VNI curativa

A tabela 20 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis do pós-operatório (Pré-EOT) que foram significativas na análise univariada. Apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) no modelo sem ajustes as variáveis Lactato ( $P = 0,027$ ) e P/F ( $P = 0,000$ ), no modelo ajustado por idade e sexo as variáveis Lactato ( $P = 0,027$ ) e P/F ( $P = 0,000$ ) e no último modelo, ajustado por idade, sexo e demais preditores do pré e intra-operatório, as variáveis CEC ( $P = 0,021$ ), P/F ( $P = 0,001$ ), Idade ( $P = 0,011$ ), NYHA 3 ( $P = 0,001$ ) e NYHA 4 ( $P = 0,008$ ).

**Tabela 20:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (Pré-EOT) e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,05$ .

Variáveis de Pós-operatório (Pré-EOT)	OR	IC	P-valor
Sem ajuste			
Lactato	0,78	0,63 a 0,97	0,027
P/F	0,99	0,99 a 0,99	0,000
Ajustado por idade e sexo			
Lactato	0,78	0,63 a 0,97	0,027
P/F	0,99	0,99 a 0,99	0,000
Ajustado por idade, sexo e demais preditores do pré e intra-operatório			
CEC	1,00	1,00 a 1,01	0,021
P/F	0,99	0,99 a 0,99	0,001
Idade	1,03	1,00 a 1,06	0,011
NYHA 3	3,51	1,62 a 7,62	0,001
NYHA 4	4,07	1,43 a 11,60	0,008

**P/F:** relação entre pO<sub>2</sub> (pressão parcial arterial do gás) e FiO<sub>2</sub> (fração inspirada de oxigênio); **CEC**= circulação extracorpórea; **NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*;

## 6.22 Modelo de associação entre o Pós-operatório (D1) e a VNI curativa

A tabela 21 apresenta os resultados da análise de regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pós-operatório (D1) e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ . As variáveis que mostraram associação estatisticamente relevantes foram Capacidade Vital predita ( $P = 0,058$ ), Fraqueza muscular inspiratória ( $P_{\text{máx}} > -30$ ) ( $P = 0,048$ ) e EOT em até 24h ( $P = 0,000$ ). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 21:** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do D1 de pós-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ .

Variáveis do Pós-operatório (D1)	OR	IC	P-valor
Capacidade Vital predita	0,94	0,88 a 1,00	<b>0,058</b>
Fraqueza muscular inspiratória ( $P_{\text{máx}} > -30$ )	2,40	1,00 a 5,74	<b>0,048</b>
Fraqueza muscular expiratória ( $P_{\text{máx}} < 40$ )	1,16	0,57 a 2,35	0,670
Lactato	1,02	0,92 a 1,13	0,658
Hb	0,83	0,71 a 1,00	0,038
EOT em até 24h	3,41	1,88 a 6,17	<b>0,000</b>
Ph			
Acidose	1,57	0,88 a 2,78	0,120
Alcalose	0,94	0,50 a 1,77	0,857

**Hb=** Hemoglobina; **EOT=** extubação orotraqueal;

### 6.23 Modelo multivariado do Pós-operatório (D1) e associação com a VNI curativa

Na tabela 22 Não houve variável com associação no modelo sem ajuste.

**Tabela 22:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis do D1 de pós-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $P < 0,05$ .

Variáveis de Pós-operatório (D1)	OR	IC	P-valor
Sem ajuste			
Não houve			
Ajustado por idade e sexo			
Não houve			

### 6.24 Modelo multivariado com as variáveis independentes do pré, intra e pós-operatório e associação com a VNI curativa

Na tabela 23, no modelo multivariado sem ajuste e ajustado pela idade e sexo, não houve nenhuma variável com associação entre o D1 do pós-operatório e a VNI. Na tabela 23, as variáveis idade ( $P=0,007$ ) e NYHA 4 ( $P=0,024$ ) foram significativas quando ajustadas pela idade, sexo e variáveis independentes do pré, intra e pós-operatório.

**Tabela 23:** Regressão logística multivariada ajustado pelas variáveis independentes do pré, intra e pós-operatório considerando  $P < 0,05$ .

Variáveis de Pré, Intra e Pós-operatório	OR	IC	P-valor
Ajustado por idade, sexo e pelas variáveis independentes no pré, intra e pós-operatório			
Idade	1,19	1,05 a 1,36	0,007
NYHA 4	10,50	1,35 a 81,13	0,024

**NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*.

### 6.25 Modelo multivariado com as variáveis do pré, intra e pós-operatório

A tabela 24 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis que apresentaram  $P < 0,1$  no pré, intra e pós-operatório. Apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) as variáveis idade ( $P = 0,008$ ) e NYHA 4 ( $P = 0,015$ ) no modelo sem ajustes e no modelo ajustado por idade e sexo, as variáveis idade ( $P = 0,008$ ) e NYHA 4 ( $P = 0,015$ ) continuaram apresentando significância estatística.

**Tabela 24:** Regressão logística multivariada avaliando associação entre todas as variáveis que apresentaram  $P < 0,1$  no pré, intra e pós-operatório e a prescrição da VNI curativa considerando  $p < 0,05$ .

Variáveis do pré, intra e pós-operatório	OR	IC	P-valor
Sem ajustes			
Idade	1,20	1,05 a 1,38	0,008
NYHA 4	16,89	1,71 a 166,26	0,015
Ajustado por idade e sexo			
Idade	1,20	1,05 a 1,38	0,008
NYHA 4	16,89	1,71 a 166,26	0,015

**NYHA** = Classificação funcional da *New York Heart Association*.

### 6.26 Modelo de associação entre variáveis do Pré-operatório e o sucesso da VNI curativa

A tabela 25 apresenta os resultados da análise de regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do pré-operatório e a associação com o sucesso da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ . A única variável que mostrou associação estatisticamente relevante foi o risco pré-operatório ( $P=0,084$ ).

**Tabela 25.** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do Pré-operatório e sucesso da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ .

Variáveis de Pré-operatório	OR	IC	P-valor
Risco Pré-operatório	0,91	0,82 a 1,01	<b>0,084</b>

### 6.27 Modelo de associação entre variáveis do Intra-operatório e o sucesso da VNI curativa

A tabela 26 apresenta os resultados da análise de regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis do intra-operatório e a associação com o sucesso da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ . As variáveis que mostraram associação estatisticamente relevante foram CEC ( $P=0,009$ ), clampeamento aórtico ( $P=0,050$ ) e politransfusão ( $P=0,091$ ). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 26.** Regressão logística univariada avaliando associação entre variáveis de Intra-operatório e sucesso da VNI curativa considerando  $P < 0,1$ .

Variáveis de Intra-operatório	OR	IC	P-valor
CEC	0,99	0,98 a 1,00	<b>0,009</b>
Clampeamento aórtico	0,99	0,98 a 1,00	<b>0,050</b>
Politransfusão	0,20	0,03 a 1,3	<b>0,091</b>

**CEC**= Circulação extracorpórea.

### 6.28 Modelo multivariado do intra-operatório associado ao sucesso da VNI curativa

A tabela 27 apresenta os resultados da análise multivariada das variáveis do intra-operatório que foram significativas na análise univariada. Apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) a variável CEC ( $P = 0,006$ ) no modelo sem ajustes e no modelo ajustado por idade e sexo a CEC também foi significativamente estatística ( $P = 0,006$ ).

No modelo univariado associado ao sucesso da VNI curativa, nenhuma das variáveis do Pós-operatório (D1 e pré-EOT) apresentaram associação estatisticamente significativa ( $P < 0,1$ ).

**Tabela 27.** Regressão logística multivariada avaliando associação entre variáveis de Intra-operatório e sucesso da VNI curativa considerando  $P < 0,05$ .

Variáveis de Intra-operatório	OR	IC	P-valor
Sem ajustes			
CEC	0,98	0,98 a 1,00	0,006
Ajustado por idade e sexo			
CEC	0,98	0,98 a 1,00	0,006

**CEC**= circulação extracorpórea.

## 7 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou as variáveis do pré, intra e pós-operatório de cirurgia cardíaca com esternotomia mediana que apresentaram associação com a indicação da VNI, em uma amostra de 667 pacientes internados na UTCIC de um hospital referência em cardiologia, no Rio de Janeiro.

A maioria dos pacientes foi do sexo masculino (59,6%) e uma média de idade de 58 anos, idade semelhante a encontrada no estudo de Schwartz e cols<sup>(59)</sup> que avaliou pacientes submetidos a reparo da aorta ascendente e arco aórtico. Esse perfil também foi semelhante ao estudo de Zilli e cols em 2020<sup>(60)</sup> avaliaram 920 pacientes submetidos a cirurgia valvar, em um estudo de coorte observacional/prospectivo multicêntrico, que observou uma média de idade de 56,7 anos e apenas 47% dos pacientes eram do sexo feminino. Zilli também ressalta que dentre as cirurgias valvares a mais comum no Brasil é a troca da válvula aórtica, cuja substituição acontece por meio de uma abordagem cirúrgica de acesso aberto (esternotomia mediana). Além disso, a causa mais prevalente dessa intervenção continua sendo a etiologia reumática.

O estudo de Ter Woorst e cols<sup>(61)</sup> e Ampatzidou e cols<sup>(45)</sup>, também demonstra que os homens são a população mais prevalentes submetidos as cirurgias cardíacas. As comorbidades relatadas Zilli e cols em 2020 foram DM= 17,3% ; DLP=26,4% , HAS=61,5% ; DPOC= 7,1%; IAM prévio= 5,7% enquanto que as comorbidades do presente estudo foram (DM= 29,1%; DLP=36,1%, HAS=75,2%; DPOC=5,2%; IAM prévio= 32%). As complicações perioperatórias relatadas por Zilli e cols foram arritmias 7%, sangramento 9,9% e transfusão de hemoderivados 28,3% enquanto que as do presente estudo foram arritmia 5,8%, sangramento 17,7% e transfusão de hemoderivados 4,0%. A classe funcional avaliada pela NYHA foi de classe I: 5%, classe II: 42,1%, classe III: 39,8% e classe IV: 13,1% e no presente estudo foram classe I: 11,8%, classe II: 34,1%, classe III: 43,5% e classe IV: 10,6%. Apesar das semelhanças entre os estudos, ressalta-se a diferença entre as comorbidades (principalmente DM e HAS) e sangramento intraoperatório.

No presente estudo, no modelo multivariado do Pós-operatório (Pré-EOT) (tabela 20) as variáveis que apresentaram  $P < 0,05$  e estiveram associadas à

indicação da VNI curativa foram CEC, P/F (pré-EOT), Idade, NYHA 3 e NYHA 4. Embora esses achados não tenham se mantido no modelo multivariado com as variáveis do pré, intra e pós-operatório (tabela 23), ressalta-se a importância clínica desses resultados. No estudo de Eremenko e cols em 2019<sup>(35)</sup> observaram maior incidência de IRpA nos pacientes em pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio com CEC. Nesse sentido, o estudo de De Santo e cols<sup>(62)</sup> corrobora nossos achados quando apresenta no grupo VNI médias de idade e tempo de CEC maiores em indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca, sendo a lesão pulmonar pós-circulação extracorpórea a principal causa (48%) de IRpA que necessitou de VNI. Além disso, os autores demonstraram também que a maioria da população incluída no estudo (74%) era do sexo masculino, fato semelhante no nosso estudo. No estudo de Chiarenza e cols em 2019<sup>(63)</sup> foi encontrada uma melhora discreta na troca gasosa nas primeiras 24 horas de pós-operatório em uma população de baixo risco, submetida a CRVM sem CEC, evidenciada pela melhor PaO<sub>2</sub> e relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> apenas na admissão na UTI. Esses achados podem justificar o fato de que uma relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> pré-EOT mais baixa esteve associada à VNI no presente estudo, possivelmente pelo uso da CEC. No estudo de Chiarenza, não houve diferença significativa do uso da VNI pós-operatória nos grupos com ou sem CEC, porém ressalta-se que o estudo foi aplicado em uma população de CRVM isolada eletiva e com um tamanho amostral de somente 339 pacientes.

A classe funcional avaliada pela NYHA mostrou-se, no presente estudo, importante na associação com a necessidade da VNI. No estudo de Likui e cols<sup>(64)</sup> ao avaliarem os preditores de complicação pós-operatória em cirurgias do tipo pericardiectomia, foi possível observar em uma análise multivariada, a NYHA como fator de risco independente para complicações pós-operatórias, fato este que prolongou significativamente a permanência na UTI. Schwartz e cols<sup>(59)</sup> também observou um achado semelhante no tempo de internação na UTI associado ao status da NYHA, idade e duração do tempo de CEC elevados.

Em nosso estudo, o modelo final de análise multivariada, ajustado por idade e sexo e com as variáveis do pré, intra e pós-operatório (tabela 23) apresentou somente as variáveis idade e NYHA 4 associadas à necessidade de

VNI. A hipótese é que pacientes idosos apresentem um status funcional pior e mais comorbidades associadas quando comparados aos mais jovens, o que aumentaria o risco de complicações pós-operatórias. Nesse viés, observa-se que o estudo de Brovman e cols em 2022<sup>(65)</sup> realizou a associação entre a extubação precoce e reintubação no pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva (CRVM e troca valvar) e encontrou como fator de risco para reintubação a idade avançada em ambas cirurgias.

No estudo observacional retrospectivo de Liu e cols em 2018<sup>(66)</sup> em um grupo de 112 pacientes submetidos à VNI observou-se que a VNI foi efetiva em aproximadamente dois terços dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca que desenvolveram IRpA moderada ou grave após a extubação. Desses pacientes, 43 pertenciam ao grupo falha da VNI e 69 no grupo sucesso. Não houve diferenças no EuroSCORE e na P/F pré-operatória entre os dois grupos. A falha da VNI foi correlacionada a taxas mais altas de mortalidade e a um período prolongado de permanência UTI. Fatores como disfunção em vários órgãos, pontuação elevada em agentes vasoativos-inotrópicos e pneumonia antes da aplicação da VNI foram identificados como riscos independentes para a não eficácia da VNI. Em contrapartida, um IMC mais alto apresentou associação com o sucesso da VNI, o que vai de encontro ao encontrado no presente estudo que não observou correlação com IMC elevado e necessidade de VNI.

Diversos fatores de risco para indicação da VNI são encontrados na literatura e já foram citados no decorrer deste trabalho. Apesar de alguns se repetirem, não há um consenso sobre quais deles são mais relevantes no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Dessa forma, aproveitando essa lacuna, alguns estudos buscam com a VNI profilática resolver essa problemática. Diante dessa narrativa, uma revisão sistemática com metanálise<sup>(67)</sup> publicada em 2020, observou que a VNI profilática *versus* estratégias convencionais apresentou menores taxas de atelectasia e de reintubação para pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca. Porém, numa análise de subgrupos, o efeito da VNI na atelectasia foi afetado pelo modo ventilatório (PSV), pela duração da VNI e até pelo ano da publicação do estudo, fato esse explicado pelos avanços da VNI durante os anos. Diante disso, é importante também salientar que tratou-se de uma revisão sistemática com desenhos de estudo heterogêneos. Em

contrapartida, um estudo randomizado multicêntrico<sup>(68)</sup> publicado em 2023, avaliou pacientes submetidos a cirurgia cardíaca ou torácica, com alto risco de complicações pós-operatórias e observou que não houve diferença na incidência de IRpA pós-operatória nos grupos submetidos à VNI *versus* grupo cuidados habituais, além disso não houve diferença no tempo de internação na UTI entre os grupos. Ressalta-se que a baixa eficácia da VNI entre os pacientes foi explicada devido desconforto, dor, náuseas e vômitos no pós-operatório. Outra revisão sistemática com metanálise<sup>(21)</sup> também não observou diferença da VNI profilática *versus* fisioterapia convencional no que se refere à taxas de mortalidade, permanência na UTI, internação hospitalar, tempo de ventilação mecânica, complicações pulmonares como atelectasia, pneumonia e melhora da oxigenação. Diante disso, mais estudos são necessários para buscar os preditores necessários para indicação da VNI curativa e sua repercussão clínica nos pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Em suma, indivíduos mais velhos possuem 20 por cento mais chance (OR 1,20; IQ 1,05 – 1,038) de necessitarem de VNI e aqueles com a classe funcional mais elevada (NYHA 4) possuem 16,89 vezes mais chances de necessitarem de VNI.

Portanto, os resultados deste trabalho sugerem que os pacientes com idade e um status funcional avançados, apresentam maior associação com a necessidade de VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca com esternotomia mediana.

## **8 LIMITAÇÕES**

O registro dos dados referentes à VNI estava incompleto, fato esse explicado possivelmente pelo contexto da sobrecarga dos profissionais na assistência.

A maioria das indicações da VNI basearem-se no quadro clínico dos pacientes e não no protocolo institucional.

Não foi possível identificar pontos de corte.

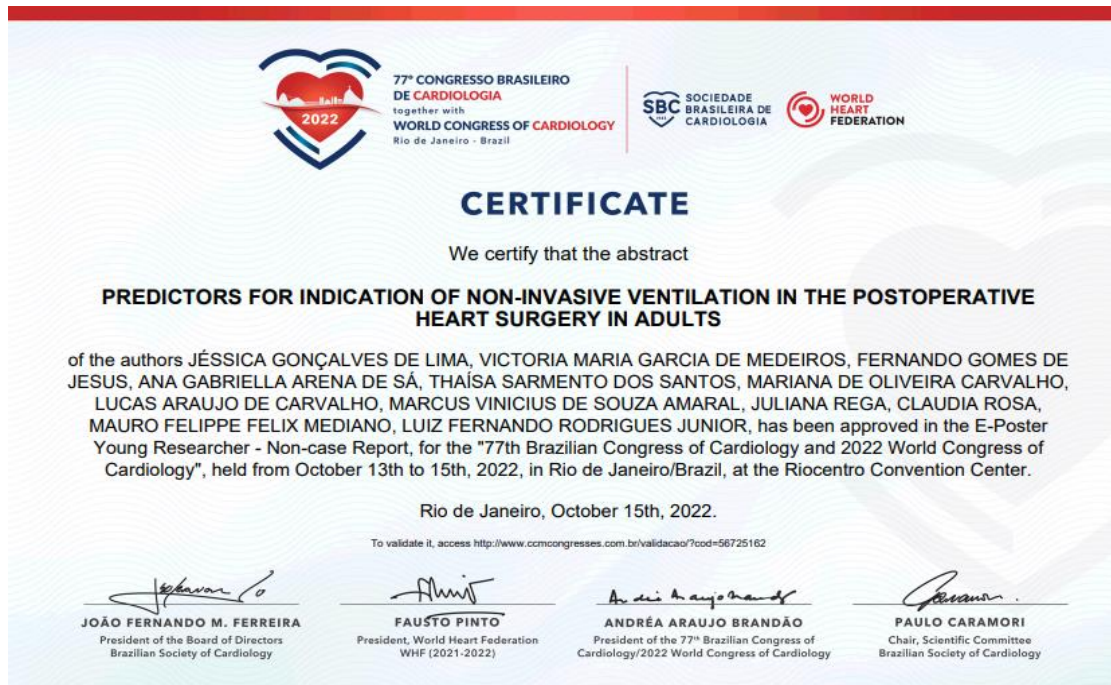
## **9 CONCLUSÃO**

Conclui-se que apesar do protocolo institucional e do que preconiza a literatura com diretrizes e consensos, a VNI tem sido utilizada na prática clínica brasileira, no pós-operatório de cirurgia cardíaca, de maneira a priorizar alívio de sintomas. Diante dessa realidade, os sintomas que mais apareceram nesse estudo foram a hipoxemia e o aumento do trabalho respiratório. Além disso, após análise de associação, concluiu-se que pacientes submetidos à cirurgia cardíaca apresentam como possíveis preditores de prescrição da VNI no pós-operatório a idade e classe funcional (NYHA 4). Nesse contexto, diante da utilização da VNI, as variáveis que estiveram associadas ao sucesso da VNI curativa foram o tempo de CEC e risco pré-operatório menores.

## Produções Associadas ao Mestrado

### APÊNDICE 1 – Apresentação em Congressos/Eventos científicos

"77º Congresso Brasileiro de Cardiologia e 2022 World Congress of Cardiology"



### 43º Simpósio do Instituto Nacional de Cardiologia, 2022



## APÊNDICE 2 – Prêmios

43º Simpósio do Instituto Nacional de Cardiologia, 2022

**13 e 14  
SETEMBRO  
2022**



# 43º Simpósio do Instituto Nacional de Cardiologia

## Inovação e Acesso na Saúde Cardiovascular

1º Encontro de Inovação do Instituto Nacional de Cardiologia

10º Workshop de Cirurgia Cardíaca com Hands On ▪ 3º Fórum Nacional de Transplante Cardíaco ▪ 3º Fórum de Cardio-Oncologia INCA - INC - SBC  
3º Simpósio Internacional do Mestrado em Ciências Cardiovasculares ▪ 3º Simpósio Internacional de Cirurgia Cardiovascular Pediátrica e Congênita

### CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho "PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA E SEUS PREDITORES PARA INDICAÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA" dos autores JÉSSICA GONÇALVES DE LIMA; VICTORIA MARIA GARCIA DE MEDEIROS; FERNANDO GOMES DE JESUS; ANA GABRIELLA ARENA DE SÁ; THAÍSA SARMENTO DOS SANTOS; MARIANA DE OLIVEIRA CARVALHO; LUCAS ARAUJO DE CARVALHO; MARCUS VINICIUS AMARAL DA SILVA SOUZA; JULIANA REGA; CLAUDIA ROSA; MAURO FELIPPE FELIX MEDIANO; LUIZ FERNANDO RODRIGUES JUNIOR foi selecionado em primeiro lugar com MENÇÃO HONROSA e apresentado em formato de apresentação oral e de pôster em Relato de Experiência durante o 43º Simpósio do Instituto Nacional de Cardiologia, realizado nos dias 13 e 14 de setembro de 2022, no Hotel Prodigy Dumont, Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro 14 de setembro de 2022



DR. CARLOS SCHERR  
DIRETOR GERAL DO INC



DRA. CRISTIANE LAMAS  
PRESIDENTE DA COMISSÃO CIENTÍFICA DO INC

Realização:  INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA

Apoio:   MINISTÉRIO DA SAÚDE   

ANAIS - 43ª edição do Simpósio do Instituto Nacional de Cardiologia, 2022

### Resumos Premiados e Menções honrosas

CLASSIFICAÇÃO	TIPO DE ESTUDO	TEMA	AUTORES
<b>1</b>	ESTUDOS OBSERVACIONAIS, DE INTERVENÇÃO E REVISÕES SISTEMÁTICAS	<u>PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA E SEUS PREDITORES PARA INDICAÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA</u>	JÉSSICA GONÇALVES DE LIMA VICTORIA MARIA GARCIA DE MEDEIROS FERNANDO GOMES DE JESUS ANA GABRIELLA ARENA DE SÁ THAÍSA SARMENTO DOS SANTOS MARIANA DE OLIVEIRA CARVALHO LUCAS ARAUJO DE CARVALHO MARCUS VINICIUS AMARAL DA SILVA SOUZA JULIANA REGA CLAUDIA ROSA MAURO FELIPPE FELIX MEDIANO LUIZ FERNANDO RODRIGUES JUNIOR

## APÊNDICE 3 – Artigo de Revisão Sistemática

**Predictors for prescription of noninvasive ventilation in the postoperative period of cardiac surgery: a systematic review.**

Jéssica Gonçalves de Lima<sup>a</sup>; Victoria Maria Garcia de Medeiros<sup>a</sup>; Fernando Gomes de Jesus<sup>a</sup>; Thaísa Sarmiento dos Santos<sup>a</sup>; Juliana Rega de Oliveira<sup>b</sup>; Claudia Rosa de Oliveira<sup>b</sup>; Mauro Felipe Felix Mediano<sup>a,c</sup>; Luiz Fernando Rodrigues Junior<sup>a,d</sup>

<sup>a</sup> Education and Research Department, National Institute of Cardiology, Rio de Janeiro-RJ, Brazil;

<sup>b</sup> Physiotherapy Service, National Institute of Cardiology, Rio de Janeiro-RJ, Brazil;

<sup>c</sup> Evandro Chagas National Institute of Infectious Disease, Oswaldo Cruz Foundation, Rio de Janeiro-RJ, RJ, Brazil;

<sup>d</sup> Department of Physiological Sciences, Biomedical Institute, Federal University of the State of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brazil

## **Abstract**

**Introduction:** The postoperative period (PO) of cardiac surgery is associated with the occurrence of respiratory complications. Non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) is largely used as ventilatory support strategy after interruption of invasive mechanical. However, the variables that are associated with NIPPV prescription are unclear. **Objective:** To describe the literature about predictors for NIPPV prescription in patients during the postoperative period of cardiac surgery. **Materials and methods:** This is a systematic review registered on the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) platform in December 2021. Bibliographic searches were performed in February 2022 using PubMed, Lilacs, Embase and PEDro databases, with no year or language restrictions. **Results:** A total of 349 articles were identified in searched databases (PubMed= 77, Embase = 142, Lilacs= 69, PEDro= 61, respectively), from which 65 duplicated were removed. The remaining 284 studies were screened, with 252 considered irrelevant after title and abstract reading. After full text reading of the remaining 32 articles, 4 deemed eligible and were included in this review. Three studies were characterized as retrospective studies, and one as prospective safety pilot study. The total sample size in each study ranged from 109 to 1,657 subjects with a total of 3,456 participants, of which 283 realized NIPPV. The curative NIPPV was the only form of NIPPV in 75% of the studies, that presented this form of prescription from five to nine percent of total sample size, with men around 65 years old being the majority of the participants receiving curative NIPPV. The main indication for curative NIPPV was acute respiratory failure (ARF). Only one study realized prophylactic NIPPV (in 28% of the participants). **Conclusion:** Most studies presented the main conditions that can be observed as possible predictors for the indication of curative NIV: hypercapnia, acute lung edema, pneumonia, high BMI and acute lung injury.

**Keywords:** Thoracic surgery; Noninvasive Ventilation; Cardiac surgical procedures; Postoperative Period.

## Introduction

The postoperative period (PO) of cardiac surgery (1,2) is associated with the occurrence of respiratory complications – as result of median sternotomy, surgical manipulation, general anesthesia, or cardiopulmonary bypass – being pleural effusion, atelectasis, pneumonia, pulmonary edema, phrenic nerve injury, pulmonary embolism, cardiogenic pulmonary edema, and pneumothorax the most common after interruption of invasive ventilatory support (3–6).

Respiratory complications can cause a reduction in lung function (evidenced by reduction in forced vital capacity [FVC] and forced expiratory volume at the first minute of expiration [FEV1]) (5,7–9) and alveolar hypoventilation (associated with pathological conditions or pain in the immediate PO period), leading to hypoxemia, characterized by a partial pressure of oxygen (PaO<sub>2</sub>) bellow 60 mmHg, equivalent to a peripheral oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) of 90% (10,11).

Non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) is largely used as a ventilatory support strategy after interruption of invasive mechanical ventilation to maintain or improve alveolar expansion targeting the optimization of gas exchanges, reduction of atelectasis poor-ventilated areas, and reduction of respiratory work, improving hemodynamics and hypoxemia (10,12,13). The use of NIPPV in the PO period of cardiac surgery supposedly improves heart rate (HR), myocardial performance, peripheral oxygenation, vital capacity (VC), and respiratory rate, decreasing the risk of ARF, reducing reintubation and increasing survival rates, respectively (13–16). Thus, as a major cause of morbidity, mortality, increase in length of hospital stay, and consequently in health costs after cardiac surgery, respiratory intervention strategies to prevent, as NIPPV, could improve patients' outcomes (17).

However, the indication for prophylactic use of NIPPV is still controversial (17,18) and its application should be limited to patients at greater risk of developing PO acute respiratory failure, since there is evidence that the indiscriminate use of NIPPV does not reduce the reintubation rates and length of hospital stay, probably due to lack of definition of appropriate predictors (13,16,19), leading to an increased financial and professional resources (18). Also, the inverse association of the number of physiotherapist in cardiac intensive care units and length of hospital stay is related to other routine physiotherapeutic interventions than NIPPV prescription, such as pain management assistance, positioning, cardiorespiratory rehabilitation, inspiratory muscle training, and application of expansive and clearance techniques (20), that also prevent PO respiratory complications, reducing length of hospital stay, ICU readmission rates and, consequently, hospital costs (21–23). Thus, the indiscriminate prescription of prophylactic NIPPV can take up the physiotherapist's assistance time, negatively impacting the wide performance in rehabilitation settings, burdening the health system and slowing the recovery of patients.

Therefore, this study aims to review the literature about the potential predictors for NIPPV prescription in patients during the PO of cardiac surgery.

## **Materials and methods**

This study is a systematic review that followed the recommendations of the Preferred Reports Reviews for Systematic Reviews and Meta-Analyses (24), as well as the Tutorial for Writing Systematic Reviews (25).

### **Search strategy**

The research question was designed using PICO strategy as follows - Population: adult patients in the PO of cardiac surgery; Intervention: NIPPV; Comparator: patients not submitted to NIPPV; Outcomes: evaluation of clinical, functional and laboratory variables associated with the indication of NIPPV, and as secondary outcome, to describe the mode of prescription for NIPPV, success, length of hospital stay in the ICU and mortality rate of patients submitted to NIPPV.

The systematic review was registered on the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) platform in December 2021 and bibliographic searches were realized in February 2022 using PubMed, Lilacs, Embase and PEDro databases, without year and language restrictions. The Medical Subject Headings (MeSH) descriptors were "Thoracic surgery", "Noninvasive Ventilation", "cardiac surgical procedures" and "Postoperative Period" and entry terms. The complete search strategy can be found in (<https://osf.io/fb9xw>).

### **Eligibility, inclusion and exclusion criteria**

Articles published in any language and year, describing the use of NIPPV as intervention in adult patients in the PO of cardiac surgery at intensive care units were eligible for the review. Case Reports, Observational Studies, Reviews and Systematic Reviews were included in the searches. Review studies were included in the searches because systematic reviews are often indexed in the databases only by the term "review"; therefore, this term was used in order to include the largest possible number of systematic review studies. Abstract of congress, proceedings of events and narrative reviews were excluded from the study.

First, the principal investigator searched all databases using the Covidence systematic review software (Veritas Health Innovation, Melbourne, Australia, available at [www.covidence.org](http://www.covidence.org)), identified and eliminated duplicated articles. Then, two different researchers read titles and abstracts of all remaining articles, excluding those unrelated to the review topic. Finally, two other researchers read full texts of the selected articles, extracted data and assessed the methodological quality.

### **Data extraction**

Two reviewers extracted data independently, being blinded to the other research decisions. Disagreements were solved by the main researcher. The data extracted from the studies were: authors; year of publication; country of origin; sample size; sex and age of the population of the study; motivation for NIPPV prescription (prophylactic or curative); intervention protocols (initial ventilatory

support, adjustments and duration of NIPPV); NIPPV outcome (describing the occurrence and the predictors of fail or success of NIPPV therapy); and possible predictors for NIPPV prescription.

### **Analysis of the methodological quality of the studies**

Clinical trials were assessed using Physical Therapy Evidence Database of Residents in the PEDro database (PEDro Scale) consisting of the following items: 1. Eligibility criteria were specified; 2. Individuals were randomly allocated into groups; 3. Allocation has been hidden; 4. The groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators; 5. All subjects were blinded; 6. There was blinding of all therapists administering the therapy; 7. There was blinding of all evaluators who considered at least one key result; 8. Measures of at least one key outcome were transient for more than 85% of individuals initially allocated to groups; 9. All subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analyzed by “intention to treat”; 10. Results of statistical comparisons between groups are reported for at least one key outcome; 11. The study provides point measures and measures of variability for at least one key outcome (26). Retrospective observational studies were evaluated using the Newcastle–Ottawa Scale (NOS) (Table 2), which is a specific instrument for case-control and cohort studies, consisting of three categories and eight items: selection (4 items), comparability (1 item) and achieved (3 items). A study can receive a maximum of one star (\*) for each numbered item within the categories. A maximum of two stars can be attributed to each item in the comparability category. The NOS ranges from zero to nine, with nine being the number that expresses the highest quality on this semi-quantitative scale (27). If case report studies were included, the CARE check list that was developed by an international would be used group of experts that aimed to observe greater transparency, accuracy and precision in the use of case reports (28).

### **Results**

A total of 349 articles were identified in searched databases (PubMed= 77, Embase = 142, Lilacs= 69, PEDro= 61, respectively), from which 65 duplicated were removed. The remaining 284 studies were screened, with 252 considered irrelevant after title and abstract reading. After full text reading of the remaining 32 articles, 4 were deemed eligible and were included in this review (Figure 1).

From the four studies included in the review, three were characterized as retrospective studies, and one as prospective safety pilot study. The total sample size in each study varied from 109 to 1,657 subjects with the total of 3,456 participants, of which 283 realized NIPPV. The curative NIPPV was the only form of NIPPV in 75% of the studies, that presented this form of prescription from five to nine percent of total sample size, with men around 65 years old being the majority of the participants receiving curative NIPPV. The main indication for curative NIPPV was ARF. Only one study realized prophylactic NIPPV (in 28% of the participants).

Considering the intervention protocols, one study did not report the initial ventilatory support, one study described the use of continuously positive airway pressure (CPAP) by flow generator, and two

studies used Bi-level NIPPV. The initial positive end-expiratory pressure (PEEP) was set from 4 to 7.5 cmH<sub>2</sub>O, and inspiratory positive airway pressure (IPAP) from 10 to 14 cmH<sub>2</sub>O. Two articles described a 2h deadline for initial monitoring analysis and gradual adjustments in PEEP or IPAP with oxygenation targets estimated by arterial blood gas analysis (PaO<sub>2</sub> >60 mmHg) or peripheral oxygen saturation (>92%). The total duration of NIPPV prescription was not reported by one study, the others reported its use from 2h, 3x/day, until resolution of the clinical condition (in the only study prescribing prophylactic NIPPV), to 33h. The success rate of curative NIPPV ranged from 55% to 94%, with better percentiles obtained when the indication of NIPPV was due post-extubation ARF.

The study published by Ampatzidou et al. in 2019(31) observed that only 8.8% of 1,657 patients required curative NIPPV related to ARF, also, the predictors for NIPPV indication were: more elevated BMI (kg/m<sup>2</sup>), Euroscore II (points), COPD, low estimated glomerular filtration rate (cutoff: 60mL.min<sup>-1</sup>.1.73m<sup>-2</sup>). The reported initial ventilatory support was PEEP: 4 to 5 cmH<sub>2</sub>O, IPAP: 10 to 12 cmH<sub>2</sub>O, and ventilatory adjustments were gradually increased in both IPAP and PEEP during the first 2 hours of application, aiming at a PaO<sub>2</sub> of 60 mmHg, without acidosis. The duration of therapy was 16h, in a 24h period. NIPPV failed in 16 individuals and the possible failure predictors were: age (>75.5 yr), EuroSCORE II: (>2.6 ), BMI (>26.4 kg.m<sup>-2</sup>) (5.9), higher burden of comorbidities as chronic atrial fibrillation (37.5%), COPD (50%), heart failure (with NYHA ≥ 2; (81.3) and more frequent PO complications like myocardial infarction (6.3%), PO stroke (18.8%) and renal replacement therapy (50%). NIPPV success occurred in 129 subjects whose characteristics were: age (69 yr), BMI (31.2 kg.m<sup>-2</sup>) (7.5), less comorbidities occurrence, as chronic atrial fibrillation (13.2%), COPD (18.6%), Previous cardiac surgery (0.8%), heart failure (NYHA ≥ 2; 55%), PO stroke (2.3%), and renal replacement therapy (0.8%).

Daniel et al. in 2014(29) shows that out of 109 individuals, only 32 needed NIPPV in the PO of cardiac surgery, with 72% curative NIPPV and only 28% preventive. This study did not report initial ventilatory support or any other ventilatory parameters, and the clinical adjustments of these parameters were totally dependent on the individual's assessment and the expertise of the health professional. The duration of therapy was carried out three times a day for 2 hours until the resolution of the condition. NIPPV failed in only 2 (6%) individuals, one with hypoxemia and the other with hypercapnia. Nineteen patients (17%) who needed NIPPV had maximum inspiratory pressure<80cmH<sub>2</sub>O, two of them were reintubated. Hypercapnia was a predictor of successful VNI therapy. Hypercapnia, ARF, bronchospasm and hypoxemia were the most common indications for curative NIPPV. For preventive NIPPV, radiographic abnormalities (atelectasis and pleural effusion) and post-extubation were indicated.

DeSanto et al. in 2009 (32), showed that of 465 patients, only 9.2% had indication for curative NIPPV due to ARF after extubation. Possible predictors for indication were post-CPB lung injury (n=21;48.8%), cardiogenic edema (n=13;30.2%) and pneumonia (n=9; 21%). NIPPV failure occurred in only 9 patients and 55% of them were reintubated, while therapy success occurred in patients with lung after CPB injury: 21 (90.5%) and cardiogenic dysfunction: 13 (69.2%). Adjustments of initial ventilatory support

occurred in CPAP by flow generator using a helmet and the values were in EPAP: 7.5 cmH<sub>2</sub>O, which could be reduced to 5 or increased to 10 cmH<sub>2</sub>O, targeting a PaO<sub>2</sub> > 70 mmHg. The duration of therapy was 33.8 ± 24.0 hours.

García-Delgado et al. in 2012(30) observed that from 1,225 individuals, only 5.1% required NIPPV and that the predictors for this indication were lobar atelectasis, acute cardiogenic edema, acute lung injury/acute respiratory distress syndrome, hypercapnia (PacO<sub>2</sub> > 45mmHg), pneumonia, others (pneumothorax, shock), BMI>30, CPB time (NIPPV group: 138 ± 68 min). The study reported that the initial ventilatory adjustments were PEEP 4 to 6 cmH<sub>2</sub>O, IPAP 10 to 14 cmH<sub>2</sub>O and that among patients with persistent hypoxemic ARF (SaO<sub>2</sub> < 90%), PEEP increased in steps of 2 cmH<sub>2</sub>O, whereas in hypercapnic ARF (PaCO<sub>2</sub> >45 mmHg) increments of 2 cmH<sub>2</sub>O in IPAP were necessary to adjust TV and RR. As for oxygen supplementation in NIPPV, the minimum FIO<sub>2</sub> required to maintain an SaO<sub>2</sub> > 92% was considered. The duration of therapy was not reported by the authors. Forty-eight percent of patients submitted to NIPPV failed therapy, with duration of spontaneous breathing (from extubation to NIPPV application) <24 hours increased 4.6 times the rate of failure - odds ratio, 4.6; 95% CI, 1.2-17.9; p=0.02), while the therapy was successful in 55% of patients who had obesity as a predictor of success - BMI >30 kg/m<sup>2</sup>: odds ratio, 0.22; 95% confidence interval 0.05-0.91; p=0.03).

In terms of NIPPV prescription method, no consensus across articles was observed. One study (29) did not mention the mode used, two other studies(30,31) used the ventilation mode with two pressures and one study(32) used the CPAP mode. In addition, there was no standardization of the duration of NIPPV or the ventilatory adjustments used, these variables being totally individualized and totally dependent on the patient's response to the proposed therapy. The findings for length of hospital stay in the ICU and the mortality rate, were not reported by all included articles. Only DeSanto (32) mentioned the length of stay in the intensive care unit and hospital, which were 18.2 x 22.1 days and 23.6 x 32 days in the NPPV group versus 2.4 x 4.6 and 10, 9 x 9.7 in the control group (P<0.001), respectively. Regarding the hospital mortality rate, the study mentions 14% (6 patients) in the NPPV group versus 6.7% (28 patients) in the control group (P<0.001). As for the causes of death in the NPPV group, the following were cited: 3 cases of low cardiac output, multiple organ failure in 2 cases and 1 case of septic shock. The controls presented the following causes of death: low cardiac output in 16 cases, multiple organ failure in 5 cases and 7 cases of septic shock. In this sense, the study by Garcia-Delgado(30) mentions only the hospital mortality rate for patients who failed NIPPV, these had higher rates (51.5% v 6.7%, p 0.001) than those in whom NIPPV was successful.

## **DISCUSSION**

The literature (34) recommends that NIPPV can be used in 3 ways: curative, facilitative and preventive, the latter being used for prophylaxis of acute respiratory failure. Thus, both the Brazilian Recommendations on Mechanical Ventilation(34) and the Brazilian Guidelines on Mechanical Ventilation(10) highlight some risk factors for the application of preventive NIPPV, namely: hypercapnia after extubation (>45 mmHg), heart failure, ineffective cough, copious secretions, more than one

consecutive weaning failure, more than one comorbidity, upper airway obstruction, age greater than 65 years, heart failure as a cause of intubation, APACHE >12 on the day of extubation, and patients older than 72 hours of VMI. However, such risk factors would include most, if not all, patients in an ICU, so that these individuals would be submitted to prophylactic NIPPV perhaps without the necessary need. The study by Daniel(29) used NIPPV in 28% of the patients, a proportion of them post-extubation (patients with respiratory disease who remained for more than 24 hours on mechanical ventilation) and another proportion of patients with radiographic alterations of the type atelectasis and pleural effusion, showing the possible criteria established by health professionals when adapting NIPPV to prevent ARF. All other reasons for NIPPV indication characterized a curative indication due to hypercapnia, bronchospasm, ARF and hypoxemia. In this sense, the author emphasizes the higher success rate of NIPPV in cases of hypercapnic patients, and this indication is already well established in the literature (10,34,35).

In the study by García-Delgado(30) a small number of individuals (5.1%) were submitted to NIPPV due to ARF, with the main predictive causes of the indication being lobar atelectasis, acute cardiogenic edema, acute lung injury/acute respiratory distress syndrome, hypercapnia ( $P_{aCO_2} > 45\text{mmHg}$ ), pneumonia, others (pneumothorax, shock),  $BMI > 30$ , CPB time of the NIPPV group:  $138 \pm 68$  min. Of these individuals, 48% failed the therapy, presenting as a possible reason the duration of spontaneous breathing (from extubation to NIPPV application) <24 hours, which increased 4.6 times the rate of failure, while 55% were successful in NIPPV, the main predictor being Obesity -  $BMI > 30 \text{ kg/m}^2$ , which is in line with the study by Liu et al., 2018(36) and is possibly due to what the literature explains as hypoventilation syndrome in obesity (OHS)(37,38).

In the study by Ampatzidou et al., 2019 (31) only 8.7% needed NIPPV and all of them presented ARF as a reason, with possible predictive causes being BMI ( $\text{kg/m}^2$ ), Euroscore II, COPD and the Estimated glomerular filtration rate (cutoff:  $60\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 1.73\text{m}^2(-1)$ (33). Thus, it is noteworthy that some factors such as higher BMI, higher Euroscore, presence of COPD and lower preoperative estimated glomerular filtration rate were independently associated with its application, being considered possible predictors for NIPPV indication. On the other hand, advanced age, higher Euroscore, presence of COPD, presence of heart failure, presence of atrial fibrillation, PO renal replacement therapy and PO stroke were associated with the group that failed NIPPV. In this sense, the findings of Ampatzidou(31) study are similar to those of Liu(36), as an individual with a greater severity assessed by the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score had more episodes of NIPPV failure, even if there had been no any difference in the EuroSCORE between the two groups, which is in line with the findings of Ampatzidou(31), but in terms of NIPPV success, a high body mass index (BMI) was the same predictor reported by both studies(31,36).

In the research carried out by DeSanto (32) only 9.2% needed NIPPV and all of them presented ARF as a reason, with possible predictive causes being a systemic inflammatory reaction followed by Post-CPB lung injury, cardiogenic edema and pneumonia, common and well-described situations in the

literature(39-41). Given this, it is noteworthy that pneumonia was the main cause of NIPPV failure and reintubation, corroborating the findings of a retrospective study(36) which observed that this determinant was an independent predictive factor for NIPPV failure and found that in individuals whose pneumonia occurred before NIPPV, the reintubation rate was unavoidable at 66.7%. In another prospective observational study(42) , individuals with COPD who had pneumonia as a determining factor were those who failed therapy. On the other hand, DeSanto(32) reports that NIPPV was successful in preventing the intubation of 74.4% of the patients with good performance for pulmonary injury after cardiopulmonary bypass and cardiogenic dysfunction (90.5% and 69.2%, respectively), which can be considered a predictor of success.

## **Conclusion**

There is little evidence that specifically describes the predictors for the application of NIV in the PO of cardiac surgery. The different intervention protocols and the diversity of professionals' recommendations for prescribing NIV make comparisons between studies difficult. Despite this, most studies presented the main conditions that can be observed as possible predictors for the indication of curative NIV: hypercapnia, acute lung edema, pneumonia, high BMI and acute lung injury. However, new studies, mainly multicenter clinical trials, are still needed to prove the role of these conditions as real predictors of the need for NIV in the PO of cardiac surgery. There was no need to perform NIPPV in all patients in PO of cardiac surgery, but only in selected patients. In this sense, the search for predictors of need for NIPPV in the PO of cardiac surgery can help in the indication of selected therapy.

## **Acknowledgements**

We thank to the physical therapy team of the National Institute of Cardiology.

## **Declaration of Interest Statement**

The authors of this article declare that there was no conflict of interest.

## **Data Availability Statement**

The complete search strategy can be found in (<https://osf.io/fb9xw>).

## **Funding**

This work was supported by Fundação Pró-Coração (FUNDACOR).

## REFERENCES

1. Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, Kaplan P, udzilowicz L, Cunningham JN. Effect of Sternotomy and Coronary Bypass Surgery on Postoperative Pulmonary Mechanics. *Chest*. 1989;96(4):873–6.
2. Chiumello D, Chevillard G, Gregoretti C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2011;37(6):918–29.
3. Johnson D, Kelm C, To T, Hurst T, Naik C, Gulka I, et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(3):953–8.
4. Mali S, Haghaninejad H. Pulmonary complications following cardiac surgery. *Arch Med Sci - Atheroscler Dis*. 2019;4(1):280–5.
5. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg örjan, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-Breathing Exercises Reduce Atelectasis and Improve Pulmonary Function After Coronary Artery Bypass Surgery. *Chest*. 2005;128(5):3482–8.
6. Yáñez-Brage I, Pita-Fernández S, Juffé-Stein A, Martínez-González U, Pértega-Díaz S, Mauleón-García Á. Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BMC Pulm Med*. 2009;9(1):36.
7. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Bolzan DW, Alves FA, Catani R, et al. Evaluation of pulmonary function in patients following on and off-pump coronary artery bypass grafting. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2005;20:310–6.
8. Moreno AM, Castro RR, Sorares PP, Anna MS, Cravo SL, Nóbrega AC. Longitudinal evaluation the pulmonary function of the pre and postoperative periods in the coronary artery bypass graft surgery of patients treated with a physiotherapy protocol. *J Cardiothorac Surg*. 2011;6(1):62.
9. Vargas FS, Terra-Filho M, Hueb W, Teixeira LR, Cukier A, Light RW. Pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Respir Med*. 1997;91(10):629–33.
10. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AM de C. Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica - 2013. Versão Eletrônica Oficial- AMIB e SBPT: Brasil; 2013
11. Gutiérrez Muñoz FR. Insuficiencia respiratoria aguda. *Acta méd peru*. 2010;286–97
12. Jaber S, De Jong A, Castagnoli A, Futier E, Chanques G. Non-invasive ventilation after surgery. *Ann Fr Anesth Réanimation*. 2014;33(7–8):487–91.
13. Ferreira LL, Souza NM de, Vitor ALR, Bernardo AFB, Valenti VE, Vanderlei LCM. Noninvasive mechanical ventilation in the postoperative cardiac surgery period: update of the literature. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2012;27(3):446–52.

14. Mazullo Filho JBR, Bonfim VJG, Aquim EE. Noninvasive mechanical ventilation in immediate postoperative cardiac surgery patients. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;22(4):363–8.
15. Marcondi NO, Rocco IS, Bolzan DW, Pauletti HO, Begot I, Anjos NR, et al. Noninvasive Ventilation After Coronary Artery Bypass Grafting in Subjects With Left-Ventricular Dysfunction. *Respir Care*. 2018;63(7):879–85.
16. Cabrini L, Zangrillo A, Landoni G. Preventive and therapeutic noninvasive ventilation in cardiovascular surgery: *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015;28(1):67–72.
17. Tzani P, Chetta A, Olivieri D. Patient assessment and prevention of pulmonary side-effects in surgery: *Curr Opin Anaesthesiol*. 2011;24(1):2–7.
18. Johnson JK, Lohse B, Bento HA, Noren CS, Marcus RL, Tonna JE. Improving Outcomes for Critically Ill Cardiovascular Patients Through Increased Physical Therapy Staffing. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019;100(2):270-277.e1.
19. Pieczkoski SM, Margarites AGF, Sbruzzi G. Noninvasive Ventilation During Immediate Postoperative Period in Cardiac Surgery Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2017;32(4):301–11.
20. Ahmad AM. Essentials of Physiotherapy after Thoracic Surgery: What Physiotherapists Need to Know. A Narrative Review. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;51(5):293–307.
21. Hunter A, Johnson L, Coustasse A. Reduction of Intensive Care Unit Length of Stay: The Case of Early Mobilization. *Health Care Manag*. 2014;33(2):128–35.
22. Santos PMR, Ricci NA, Suster ÉAB, Paisani DM, Chiavegato LD. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy*. 2017;103(1):1–12.
23. Floyd S, Craig SW, Topley D, Tullmann D. Evaluation of a Progressive Mobility Protocol in Postoperative Cardiothoracic Surgical Patients. *Dimens Crit Care Nurs*. 2016;35(5):277–82.
24. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 21 de julho de 2009;6(7):e1000097.
25. Mancini MC, Cardoso JR, Sampaio RF, Costa LCM, Cabral CMN, Costa LOP. Tutorial for writing systematic reviews for the Brazilian Journal of Physical Therapy (BJPT). *Braz J Phys Ther*. 2014;18(6):471–80.
26. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713–21.
27. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol*. 2010;25(9):603–5.

28. Riley DS, Barber MS, Kienle GS, et al. CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document. *J Clin Epidemiol*. 2017;89:218–235.
29. Daniel CR, Driessen T, Fréz AR, Mora CTR. Respiratory muscle strength no influence the need for noninvasive ventilation after heart surgery. *Fisioter Pesqui*. 2014;21(1):60–6.
30. García-Delgado M, Navarrete I, García-Palma MJ, Colmenero M. Postoperative respiratory failure after cardiac surgery: Use of noninvasive ventilation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2012;26(3):443–7.
31. Ampatzidou F, Boutou AK, Karagounis L, Marczin N, Gogakos A, Drossos G. Noninvasive Ventilation to Treat Respiratory Failure After Cardiac Surgery: Predictors of Application and Outcome. *Respir Care*. 2019;64(9):1123–31.
32. De Santo LS, Bancone C, Santarpino G, Romano G, Della Corte A, Vicchio M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for extubation failure after cardiac surgery: Pilot safety evaluation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;137(2):342–6.
33. Kidney Disease Improving Global Outcomes. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int Suppl*. 2012;2(1):1.
34. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AM de C, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte 2. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26:215–39.
35. Hill NS, Spoletini G, Schumaker G, Garpestad E. Noninvasive Ventilatory Support for Acute Hypercapnic Respiratory Failure. *Respir Care*. 2019;64(6):647–57.
36. Liu Y, An Z, Chen J, Liu Y, Tang Y, Han Q, et al. Risk factors for noninvasive ventilation failure in patients with post-extubation acute respiratory failure after cardiac surgery. *J Thorac Dis*. 2018;10(6):3319–28.
37. Boldrini R, Fasano L, Nava S. Noninvasive mechanical ventilation: *Curr Opin Crit Care*. 2012;18(1):48–53.
38. Masa JF, Pépin JL, Borel JC, Mokhlesi B, Murphy PB, Sánchez-Quiroga MÁ. Obesity hypoventilation syndrome. *Eur Respir Rev Off J Eur Respir Soc*. 2019;28(151):180097.
39. Apostolakis E, Filos KS, Koletsis E, Dougenis D. Lung dysfunction following cardiopulmonary bypass. *J Card Surg*. 2010;25(1):47–55.
40. Gray A, Goodacre S, Newby DE, Masson M, Sampson F, Nicholl J, et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med*. 2008;359(2):142–51.
41. He S, Chen B, Li W, Yan J, Chen L, Wang X, et al. Ventilator-associated pneumonia after cardiac surgery: a meta-analysis and systematic review. *J Thorac Cardiovasc Surg*. dezembro de 2014;148(6):3148-3155.e1-5.

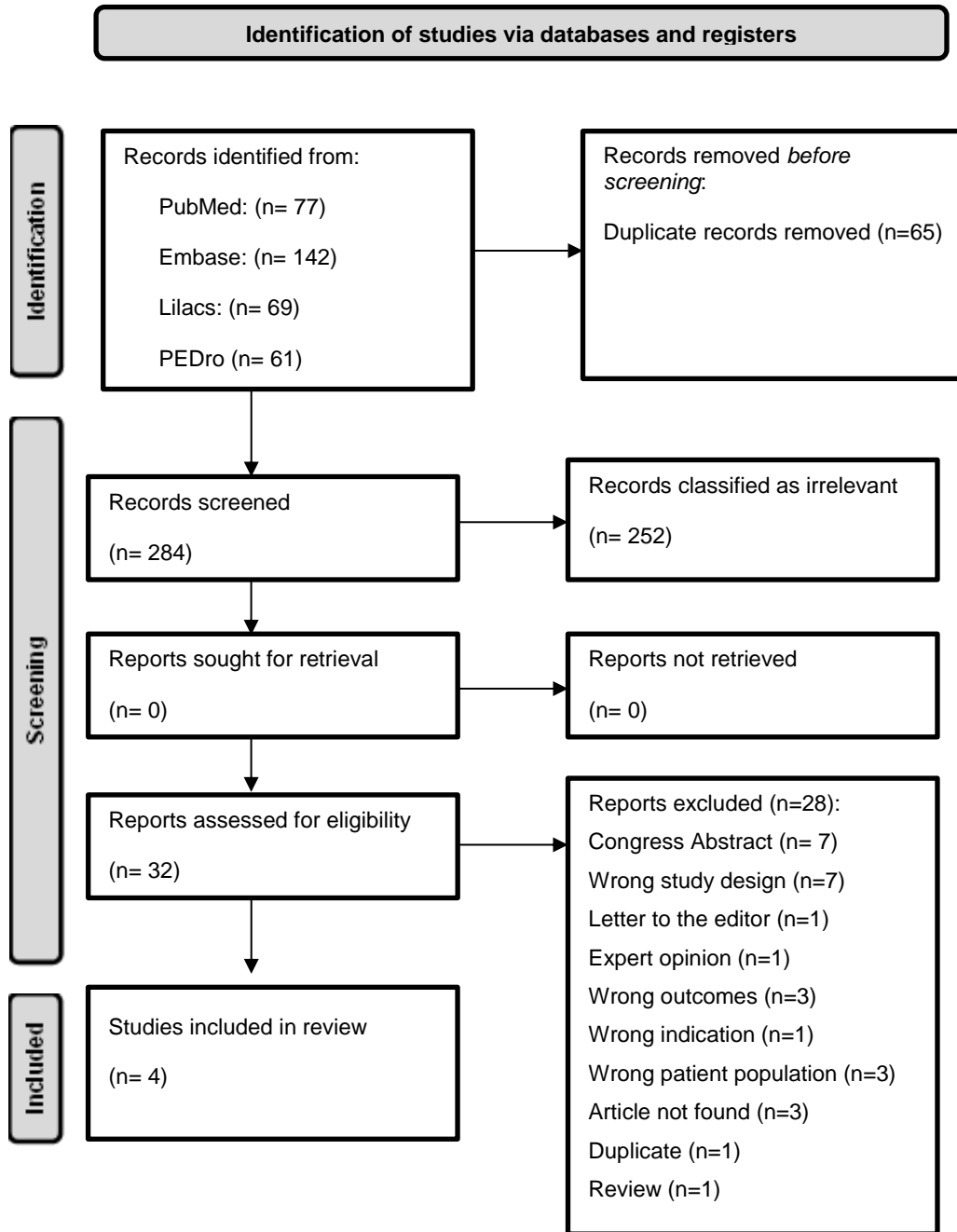
42. Pacilli AMG, Valentini I, Carbonara P, Marchetti A, Nava S. Determinants of noninvasive ventilation outcomes during an episode of acute hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: the effects of comorbidities and causes of respiratory failure. *BioMed Res Int.* 2014;2014:976783.

**Table 1.** Main results of studies that evaluated patients in the postoperative period of cardiac surgery

Author, year, country	Study design	Sample size Gender Age	Intervention (Preventive/curative)	Intervention protocols	Fail or success of NIPPV	Possible predictors for NIPPV prescription
Daniel et al., 2014	Retrospective observational study	<b>Total:</b> 109; <b>Male:</b> 66; <b>Female:</b> 43. <b>Age:</b> Not reported.	<b>Performed NIPPV:</b> 32 (29%); <b>Curative:</b> 72%; (Main Reason: hypercapnia). <b>Prophylactic:</b> 28%.	<b>Initial ventilatory support:</b> Not reported <b>Adjustments:</b> After 2 hours of NIPPV installation, the GSA analysis was performed. Patients with improved oxygenation and/or hypercapnia remained on the treatment. <b>Duration:</b> 3x/day for a period of 2hrs, until resolution of the clinical condition.	<b>NIPPV failure: 2 (6%).</b> 1 hypoxemic and 1 hypercapnic patient; <b>Predictors of failure:</b> MIP <80 cmH <sub>2</sub> O, 2 was not associated with failure of NIPPV; <b>NIPPV success: 30 (94%);</b> <b>Predictors of success:</b> Hypercapnic, n (%): 13 (93); Bronchospasm, n (%): 2 (100); Hypoxemia: 1(50%); ARF: 5 (100%)	<b>Curative NIPPV:</b> Hypercapnia; Bronchospasm; Hypoxemia. ARF. <b>Preventive NIPPV:</b> Radiographic alterations (Atelectasis and pleural effusion); Post-extubation.
García-Delgado et al., 2012	Retrospective observational study	<b>Total:</b> 1,225; <b>Male:</b> 31; <b>Female:</b> 32; <b>Age:</b> 66 ± 11 years.	<b>Performed NIPPV:</b> 63 (5.1%) <b>Curative:</b> 100% (Reason: ARF after extubation).	<b>Initial ventilatory support:</b> PEEP 4 to 6 cmH <sub>2</sub> O; IPAP 10 to 14 cmH <sub>2</sub> O; <b>Adjustments:</b> In patients with persistent hypoxemic ARF (SaO <sub>2</sub> < 90%), PEEP was increased in steps of 2 cmH <sub>2</sub> O. Minimum FIO <sub>2</sub> required for SaO <sub>2</sub> > 92%. Patients with hypercapnic ARF (PaCO <sub>2</sub> >45 mmHg) required IPAP increments of 2 cmH <sub>2</sub> O to adjust VT and RR. <b>Duration:</b> Not reported.	<b>NIPPV Failure: 30 (48%);</b> <b>Predictors of failure:</b> Duration of spontaneous breathing (from extubation to NIPPV application) <24 hours increased 4.6 times the rate of failure OR:4.6 (IQ 1.2-17.9) <b>NIPPV Success: 33 (55%);</b> <b>Predictors of success:</b> Obesity - BMI >30 kg.m <sup>-2</sup> OR:0.22 (IQ 0.05-0.91).	Lobar atelectasis; Acute cardiogenic edema; Acute lung injury/acute respiratory distress syndrome; Hypercapnia (PaCO <sub>2</sub> > 45mhg); Pneumonia; Others (pneumothorax, shock); BMI>30 kg.m <sup>-2</sup> ;
Ampatzidou et al., 2019	Retrospective cohort study.	<b>Total:</b> 1,657	<b>Performed NIPPV:</b> 145 (8.8%)	<b>Initial ventilatory support:</b>	<b>NIPPV Failure: 16(11%)</b>	<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>):</b>

		<p><b>Male:</b> 106  <b>Female:</b> 52  <b>Age:</b> 68 ± 3 years.</p>	<p><b>Curative:</b> 100%;  (Reason: ARF).</p>	<p>PEEP: 4 to 5 cmH2O;  IPAP: 10 to 12 cmH2O.  <b>Adjustments:</b> Gradual increase in IPAP and/or PEEP during the first 2 hours of application, aiming for a PaO<sub>2</sub> of 60mmHg, without acidosis.  <b>Duration:</b> 16h, in a period of 24h.</p>	<p><b>Predictors of failure:</b>  Older Age: 75.5 (9)  OR: 1.09 (IQ 1.01-1.17)  Higher EuroSCORE II, SD: 2.6 (5.8)  OR: 1.20 (IQ 1.03-1.39)  Chronic atrial fibrillation, n (%): 6 (37.5)  OR: 3.95 (IQ 1.27 –12.28)  COPD, n (%): 8 (50)  OR: 4.38 (IQ 1.49–12.83)  Heart failure (NYHA ≥ 2), n (%): 13 (81.3)  OR: 3.54 (IQ 1.01–13.02)  Postoperative stroke, n (%): 3(18.8)  OR: 3.69 (IQ: 1.77–13.01)  Renal replacement therapy, n (%): 8 (50)  OR: 8.80(IQ: 1.03–23.06)  <b>NIPPV success: 129 (89%)</b>  <b>Predictors of success:</b>  Younger Age, y: 69 (13)  Higher BMI, m/kg2: 31.2 (7.5)  <b>A Lower Burder of Comorbidities:</b></p>	<p>NIPPV: 31.2 ± 5.2;  No NIPPV: 28.7 ± 8.3;  OR: 1.02 (IQ 1.01 - 1.04).  <b>Euroscore II (points):</b>  NIPPV: 3.1 ± 2.8;  No NIPPV: 1.9 ± 2.7;  OR: 1.11 (IQ 1.02 - 1.32).  <b>DPOC (%):</b>  NIPPV: 22.8;  No NIPPV: 5.5;  OR: 4.0 (IQ 2.53 - 8.93).  <b>Negative Predictor:</b>  <b>Estimated glomerular filtration rate (cutoff: 60mL.min<sup>-1</sup>.1.73m<sup>2(-1)</sup>)<sup>(22)</sup>:</b>  NIPPV: 65.4 ± 20.5;  No NIPPV: 76.4 ± 23.5;  OR: 0.99 (IQ 0.98 - 0.99).</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

					<p>Chronic atrial fibrillation, n (%) 17 (13.2)</p> <p>COPD, n (%): 24 (18.6)</p> <p>Previous cardiac surgery, n (%): 1 (0.8)</p> <p>Heart failure (NYHA <math>\geq</math> 2), n (%): 71 (55)</p> <p>Myocardial infarction: 0</p> <p>Postoperative stroke, n (%): 3 (2.3)</p> <p>Renal replacement therapy, n (%): 1 (0.8)</p>	
De santo et al., 2009.	Pilot prospective study	<p><b>Total:</b> 465;</p> <p><b>Male:</b> 32;</p> <p><b>Female:</b> 11;</p> <p><b>Age:</b> 65.7 <math>\pm</math> 9.4 years.</p>	<p><b>Performed NIPPV:</b> 43 (9.2%);</p> <p><b>Curative:</b> 100%;</p> <p>(Reason: ARF after extubation).</p>	<p><b>Initial ventilatory support:</b></p> <p>CPAP by flow generator wearing helmet;</p> <p>EPAP: 7.5 cmH<sub>2</sub>O;</p> <p><b>Adjustments:</b> EPAP can be reduced to 5 or increased to 10 cmH<sub>2</sub>O. Goal: PaO<sub>2</sub> &gt; 70 mmHg.</p> <p><b>Duration:</b> 33.8 <math>\pm</math> 24.0 hours.</p>	<p><b>NIPPV Failure:</b> 25.6%</p> <p><b>Predictors of failure:</b> Pneumonia (9 patients): 55% reintubated</p> <p><b>NIPPV success:</b> 74.4%</p> <p><b>Predictors of success:</b> Lung injury after CPB: 21 (90.5%)</p> <p>Cardiogenic dysfunction: 13 (69.2%)</p>	<p>Post-CPB lung injury: 21 (48.8%)</p> <p>Cardiogenic edema: 13 (30.2%);</p> <p>Pneumonia: 9 (21%).</p>



**Figure 1. Study flowchart**

**Table 2** - Methodological quality assessment by the Newcastle Ottawa Scale (NOS). The NOS ranges from zero to nine, with nine being the number that expresses the highest quality on this semi-quantitative scale <sup>(27)</sup>.

ASSESSMENT INSTRUMENT SCORING					
NEWCASTLE OTTAWA SCALE (NOS)					
AUTHOR, DATE	DESIGN	SELECTION	COMPARABILITY	OUTCOME	TOTAL
De Santo L <i>et al.</i> , 2009.	Pilot prospective research	4	2	2	8/9
Ampatzidou F <i>et al.</i> , 2019.	Retrospective Cohort	4	2	2	8/9
García-Delgado M <i>et al.</i> , 2012.	Retrospective observational study	4	2	2	8/9
Daniel CR <i>et al.</i> , 2014	Retrospective Cohort	4	2	2	8/9

## APÊNDICE 4 - Relatório Técnico de Aplicação da VNI no Pós-operatório de Cirurgia Cardíaca



Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2023

Parecer nº001/2023

### **Assunto: Recomendações para aplicação da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca**

Indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca podem apresentar – em decorrência da esternotomia mediana, manipulação cirúrgica, anestesia geral e da circulação extracorpórea (CEC)<sup>(1,2)</sup> – algumas complicações pulmonares no decorrer do período pós-operatório (PO). Após a interrupção do suporte ventilatório invasivo, as complicações de maior repercussão clínica são o derrame pleural, a atelectasia, pneumonia, edema pulmonar, lesão de nervo frênico, embolia pulmonar, edema pulmonar cardiogênico e pneumotórax<sup>(3-6)</sup>.

A ocorrência das complicações no PO elencadas anteriormente podem ocasionar redução da função pulmonar (evidenciadas pela redução da capacidade vital forçada [CVF] e do volume expiratório forçado no primeiro segundo da expiração [VEF1])<sup>(5,7-9)</sup>, hipoventilação alveolar (associado a condições patológicas ou dor no POI) levando conseqüentemente a hipoxemia, caracterizada por pressão arterial de oxigênio (PaO<sub>2</sub>) inferior a 60 mmHg resultando em saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) inferior à 90%<sup>(11)</sup>.

Eldaabossi et al., 2023 <sup>(12)</sup>, em um estudo retrospectivo, utilizaram o score de Avaliação do Risco Respiratório em Pacientes Cirúrgicos na Catalunha (ARISCAT) em 108 pacientes submetidos a vários tipos de cirurgia torácica. O objetivo desse estudo foi avaliar o valor do índice de risco a fim de prever a incidência de complicações pulmonares pós-operatórias (PPCs). Para essa avaliação, foram registrados os dados de pré e intra-operatório, além de história e achados de exame físico, exames de imagem, eletrocardiograma (ECG) e ecocardiograma (caso houvesse necessidade), resultados de testes de função pulmonar e gasometria arterial. Após uma regressão logística multivariada foram preditores significativos de complicações pós-operatórias o sistema de pontuação ARISCAT, menor pontuação de VEF1% e maior tempo de permanência na UTI.

Nesse contexto, a ventilação não-invasiva com pressão positiva (VNIPP) – utilizando pressão inspiratória positiva nas vias aéreas (IPAP) ou ventilação com pressão de suporte (PSV) e uma pressão positiva expiratória final (EPAP ou PEEP) – objetiva a manutenção da

expansão alveolar a fim de otimizar as trocas gasosas, reduzir atelectasias, reduzir o trabalho respiratório, melhorar a hemodinâmica e reduzir a hipoxemia <sup>(10,13,14)</sup>.

Do ponto de vista fisiológico, há estudos que demonstram que a utilização da VNI no PO de cirurgia cardíaca impacta positivamente na frequência cardíaca (FC), na melhora do desempenho miocárdico, na oxigenação, no aumento da capacidade vital (CV), na redução da frequência/trabalho respiratório e nos episódios de insuficiência respiratória aguda (IRpA) pós-extubação reduzindo conseqüentemente os índices de reintubação, melhorando a sobrevida<sup>(14-17)</sup>. Assim, considerando as complicações pulmonares pós-operatórias como principal causa de aumento no tempo de internação e conseqüentemente nos custos de saúde e das altas taxas de morbimortalidade, a intervenção preventiva com VNI poderia associar-se à redução de tais complicações<sup>(18)</sup>.

Diante do exposto, porém, é importante ressaltar que para uma intervenção preventiva, são necessários aumento de recursos humanos e materiais, o que nem sempre é possível em alguns serviços de saúde. Nesse sentido, a Resolução-RDC nº 7, de 24 de fevereiro de 2010 (19) apresenta os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva, no que se refere aos recursos humanos, a quantidade mínima de Fisioterapeutas é de 01(um) para cada 10 (dez) leitos ou fração, tanto nos turnos matutino, quanto no vespertino e noturno. Além disso, o fisioterapeuta deve estar, em tempo integral, disponível para assistência aos pacientes na UTI durante seu horário de atuação.

No que se refere aos recursos materiais, a RDC-nº7<sup>(19)</sup> ressalta ainda que cada UTI adulto deve possuir, no mínimo:

“Ventilômetro portátil; ventilador pulmonar mecânico microprocessado: 01 (um) para cada 02 (dois) leitos, com reserva operacional de 01 (um) equipamento para cada 05 (cinco) leitos, devendo dispor, cada equipamento de, no mínimo, 02 (dois) circuitos completos; equipamento para ventilação pulmonar mecânica não invasiva: 01(um) para cada 10 (dez) leitos, quando o ventilador pulmonar mecânico microprocessado não possuir recursos para realizar a modalidade de ventilação não invasiva; materiais de interface facial para ventilação pulmonar não invasiva 01 (um) conjunto para cada 05 (cinco) leitos”

Visto isso, na ausência de Resolução específica, as UTI especializadas deverão atender ao regulamento da RDC- nº 7, acrescentando os recursos humanos e materiais necessários para o atendimento dos pacientes. Nesse viés, o uso indiscriminado da VNI de

forma profilática rotineiramente em pacientes no PO de cirurgia cardíaca dependeria do aumento de recursos humanos e financeiros, onerando ainda mais o SUS.

Apesar da literatura<sup>(20)</sup> demonstrar o aumento do efetivo de fisioterapeutas na terapia intensiva cardíaca como fator de redução do tempo de internação hospitalar e melhora da função física, principalmente para pacientes crônicos, o aumento de investimentos com efetivo de profissionais fisioterapeutas não é a realidade da maioria das unidades de terapia intensiva. Nesse sentido, a prescrição da VNI profiláticas sem observação de fatores preditores tanto da necessidade quanto da possível eficácia é controversa do ponto de vista da prática baseada em evidências, além de aumentar a sobrecarga sobre profissionais de saúde e elevar o consumo de recursos sem comprovadamente desencadear benefício mensurável<sup>(18,20)</sup>.

As evidências mais robustas sugerem que a utilização indiscriminada da VNI não reduz taxa de reintubação e tempo de internação<sup>(14,17,21)</sup> sendo provavelmente por falta de definição de preditores apropriados, de tal modo que seu uso deveria ser limitado a pacientes com maior risco de desenvolver IRpA pós-operatória. Ademais, a rotina de intervenções fisioterapêuticas vai além da prescrição e administração da VNI, sendo baseada na assistência ao manejo da dor, no posicionamento, na mobilização e reabilitação cardiorrespiratória, no treinamento muscular inspiratório, na aplicação de técnicas expansivas e desobstrutivas, nas orientações e prescrição de exercícios domiciliares<sup>(22)</sup>. Neste contexto, o fisioterapeuta atua estimulando a mobilidade e a evolução deste processo reduz as complicações pós-operatórias, o tempo de permanência hospitalar, as taxas de readmissão na UTI e conseqüentemente os custos hospitalares<sup>(23-25)</sup>.

Pelo exposto, fica evidente que a realização indiscriminada da VNI de modo profilático pode furta tempo assistencial do fisioterapeuta, se contrapondo à ampla atuação na reabilitação, onerando o sistema de saúde e atrasando a recuperação dos pacientes.

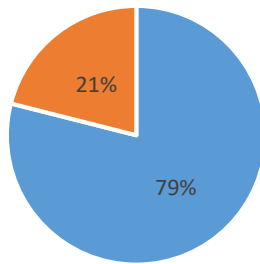
Após a realização de um estudo observacional que buscou a Identificação de preditores para prescrição da ventilação não-invasiva no pós-operatório de cirurgia cardíaca em adultos, foram observadas as seguintes características na amostra:

### VNI (N=667)



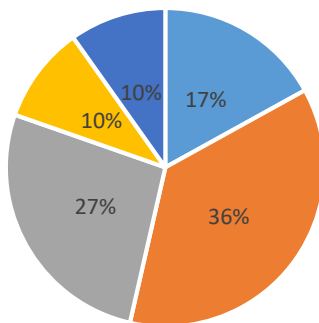
■ Realizaram ■ Não realizaram

### Modos da VNI (N=57)

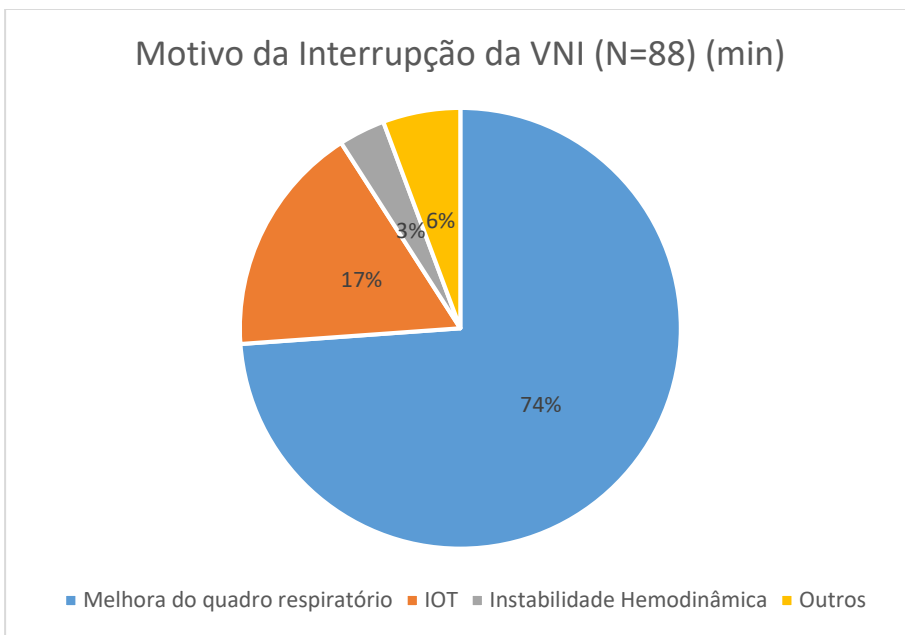
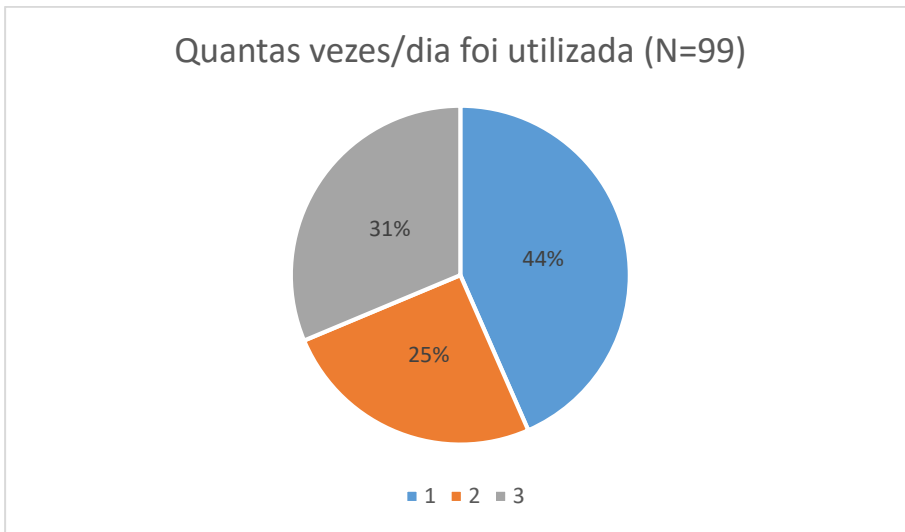


■ BIPAP ■ CPAP

### Motivo da VNI (N=112)



■ Hipoxemia  
■ Aumento do trabalho respiratório  
■ Hipoxemia + Aumento do trabalho respiratório  
■ Profilática  
■ Não informado



Ao final do estudo, observou-se que indivíduos mais velhos possuem 20% mais chances (OR 1,20; IQ 1,05 – 1,038) de necessitarem de VNI e aqueles com a classe funcional mais elevada (NYHA 4) possuem 16,89 vezes mais chances de necessitarem de VNI.

Portanto, este Relatório Técnico sugere que pacientes que se apresentavam com classe funcional (NYHA) 4 no pré-operatório, principalmente os mais idosos, sejam elegíveis para realização de VNI, como parte do protocolo institucional de prescrição da VNI no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

## REFERÊNCIAS

1. Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, Kaplan P, udzilowicz L, Cunningham JN. Effect of Sternotomy and Coronary Bypass Surgery on Postoperative Pulmonary Mechanics. *Chest*. outubro de 1989;96(4):873–6.
2. Chiumello D, Chevillard G, Gregoretti C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med*. junho de 2011;37(6):918–29.
3. Johnson D, Kelm C, To T, Hurst T, Naik C, Gulka I, et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am J Respir Crit Care Med*. setembro de 1995;152(3):953–8.
4. Mali S, Haghaninejad H. Pulmonary complications following cardiac surgery. *amsad*. 2019;4(1):280–5.
5. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg örjan, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-Breathing Exercises Reduce Atelectasis and Improve Pulmonary Function After Coronary Artery Bypass Surgery. *Chest*. novembro de 2005;128(5):3482–8.
6. Yáñez-Brage I, Pita-Fernández S, Juffé-Stein A, Martínez-González U, Pértega-Díaz S, Mauleón-García Á. Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BMC Pulm Med*. dezembro de 2009;9(1):36.
7. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Bolzan DW, Alves FA, Catani R, et al. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem circulação extracorpórea. :7.
8. Moreno AM, Castro RR, Sorares PP, Anna MS, Cravo SL, Nóbrega AC. Longitudinal evaluation the pulmonary function of the pre and postoperative periods in the coronary artery bypass graft surgery of patients treated with a physiotherapy protocol. *J Cardiothorac Surg*. dezembro de 2011;6(1):62.
9. Vargas FS, Terra-Filho M, Hueb W, Teixeira LR, Cukier A, Light RW. Pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Respiratory Medicine*. novembro de 1997;91(10):629–33.
10. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AM de C. Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica - 2013. Versão Eletrônica Oficial- AMIB e SBPT: Brasil; 2013
11. Gutiérrez Muñoz FR. Insuficiencia respiratoria aguda. *Acta méd peru*. 2010;286–97.

12. Eldaabossi S, Al-Ghoneimy Y, Ghoneim A, Awad A, Mahdi W, Farouk A, et al. The ARISCAT Risk Index as a Predictor of Pulmonary Complications After Thoracic Surgeries, Almoosa Specialist Hospital, Saudi Arabia. *J Multidiscip Healthc*. 6 de março de 2023;16:625–34.
13. Jaber S, De Jong A, Castagnoli A, Futier E, Chanques G. Non-invasive ventilation after surgery. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. julho de 2014;33(7–8):487–91.
14. Ferreira LL, Souza NM de, Vitor ALR, Bernardo AFB, Valenti VE, Vanderlei LCM. Noninvasive mechanical ventilation in the postoperative cardiac surgery period: update of the literature. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 2012;27(3):446–52.
15. Mazullo Filho JBR, Bonfim VJG, Aquim EE. Ventilação mecânica não invasiva no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. *Rev bras ter intensiva*. dezembro de 2010;22(4):363–8.
16. Marcondi NO, Rocco IS, Bolzan DW, Pauletti HO, Begot I, Anjos NR, et al. Noninvasive Ventilation After Coronary Artery Bypass Grafting in Subjects With Left-Ventricular Dysfunction. *Respir Care*. 2018;63(7):879–85.
17. Cabrini L, Zangrillo A, Landoni G. Preventive and therapeutic noninvasive ventilation in cardiovascular surgery: Current Opinion in Anaesthesiology. fevereiro de 2015;28(1):67–72.
18. Tzani P, Chetta A, Olivieri D. Patient assessment and prevention of pulmonary side-effects in surgery: Current Opinion in Anaesthesiology. fevereiro de 2011;24(1):2–7.
19. Silva CL da. COFFITO. [citado 16 de outubro de 2023]. COFFITO - RESOLUÇÃO-RDC No 7, DE 24 DE FEVEREIRO DE 2010. Disponível em: <https://coffito.gov.br/>
20. Johnson JK, Lohse B, Bento HA, Noren CS, Marcus RL, Tonna JE. Improving Outcomes for Critically Ill Cardiovascular Patients Through Increased Physical Therapy Staffing. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. fevereiro de 2019;100(2):270-277.e1.
21. Pieczkoski SM, Margarites AGF, Sbruzzi G. Noninvasive Ventilation During Immediate Postoperative Period in Cardiac Surgery Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg*. agosto de 2017;32(4):301–11.
22. Ahmad AM. Essentials of Physiotherapy after Thoracic Surgery: What Physiotherapists Need to Know. A Narrative Review. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 5 de outubro de 2018;51(5):293–307.
23. Hunter A, Johnson L, Coustasse A. Reduction of Intensive Care Unit Length of Stay: The Case of Early Mobilization. *The Health Care Manager*. abril de 2014;33(2):128–35.
24. Santos PMR, Ricci NA, Suster ÉAB, Paisani DM, Chiavegato LD. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy*. março de 2017;103(1):1–12.

25.Floyd S, Craig SW, Topley D, Tullmann D. Evaluation of a Progressive Mobility Protocol in Postoperative Cardiothoracic Surgical Patients. *Dimensions of Critical Care Nursing*. setembro de 2016;35(5):277–82.

## REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO

1. Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, Kaplan P, udzilowicz L, Cunningham JN. Effect of Sternotomy and Coronary Bypass Surgery on Postoperative Pulmonary Mechanics. *Chest*. outubro de 1989;96(4):873–6.
2. Chiumello D, Chevillard G, Gregoretti C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med*. junho de 2011;37(6):918–29.
3. Johnson D, Kelm C, To T, Hurst T, Naik C, Gulka I, et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am J Respir Crit Care Med*. setembro de 1995;152(3):953–8.
4. Mali S, Haghaninejad H. Pulmonary complications following cardiac surgery. *Arch Med Sci - Atheroscler Dis*. 2019;4(1):280–5.
5. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg örjan, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-Breathing Exercises Reduce Atelectasis and Improve Pulmonary Function After Coronary Artery Bypass Surgery. *Chest*. novembro de 2005;128(5):3482–8.
6. Yáñez-Brage I, Pita-Fernández S, Juffé-Stein A, Martínez-González U, Pértega-Díaz S, Mauleón-García Á. Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BMC Pulm Med*. dezembro de 2009;9(1):36.
7. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Bolzan DW, Alves FA, Catani R, et al. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem circulação extracorpórea. :7.
8. Moreno AM, Castro RR, Sorares PP, Anna MS, Cravo SL, Nóbrega AC. Longitudinal evaluation the pulmonary function of the pre and postoperative periods in the coronary artery bypass graft surgery of patients treated with a physiotherapy protocol. *J Cardiothorac Surg*. dezembro de 2011;6(1):62.
9. Vargas FS, Terra-Filho M, Hueb W, Teixeira LR, Cukier A, Light RW. Pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Respir Med*. novembro de 1997;91(10):629–33.
10. AMIB [Internet]. [citado 7 de junho de 2021]. Diretrizes. Disponível em: <https://www.amib.org.br/informacao/diretrizes/>
11. Gutiérrez Muñoz FR. Insuficiencia respiratoria aguda. *Acta méd peru*. 2010;286–97.
12. Eldaabossi S, Al-Ghoneimy Y, Ghoneim A, Awad A, Mahdi W, Farouk A, et al. The ARISCAT Risk Index as a Predictor of Pulmonary Complications After Thoracic Surgeries, Almoosa Specialist Hospital, Saudi Arabia. *J Multidiscip Healthc*. 6 de março de 2023;16:625–34.
13. Jaber S, De Jong A, Castagnoli A, Futier E, Chanques G. Non-invasive ventilation after surgery. *Ann Fr Anesth Réanimation*. julho de 2014;33(7–8):487–91.
14. Ferreira LL, Souza NM de, Vitor ALR, Bernardo AFB, Valenti VE, Vanderlei LCM. Noninvasive mechanical ventilation in the postoperative cardiac surgery period: update of the literature. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2012;27(3):446–52.

15. Mazullo Filho JBR, Bonfim VJG, Aquim EE. Ventilação mecânica não invasiva no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. *Rev Bras Ter Intensiva*. dezembro de 2010;22(4):363–8.
16. Marcondi NO, Rocco IS, Bolzan DW, Pauletti HO, Begot I, Anjos NR, et al. Noninvasive Ventilation After Coronary Artery Bypass Grafting in Subjects With Left-Ventricular Dysfunction. *Respir Care*. 2018;63(7):879–85.
17. Cabrini L, Zangrillo A, Landoni G. Preventive and therapeutic noninvasive ventilation in cardiovascular surgery: *Curr Opin Anaesthesiol*. fevereiro de 2015;28(1):67–72.
18. Tzani P, Chetta A, Olivieri D. Patient assessment and prevention of pulmonary side-effects in surgery: *Curr Opin Anaesthesiol*. fevereiro de 2011;24(1):2–7.
19. Silva CL da. COFFITO. [citado 16 de outubro de 2023]. COFFITO - RESOLUÇÃO-RDC Nº 7, DE 24 DE FEVEREIRO DE 2010. Disponível em: <https://coffito.gov.br/>
20. Johnson JK, Lohse B, Bento HA, Noren CS, Marcus RL, Tonna JE. Improving Outcomes for Critically Ill Cardiovascular Patients Through Increased Physical Therapy Staffing. *Arch Phys Med Rehabil*. fevereiro de 2019;100(2):270-277.e1.
21. Pieczkoski SM, Margarites AGF, Sbruzzi G. Noninvasive Ventilation During Immediate Postoperative Period in Cardiac Surgery Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg*. agosto de 2017;32(4):301–11.
22. Ahmad AM. Essentials of Physiotherapy after Thoracic Surgery: What Physiotherapists Need to Know. A Narrative Review. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 5 de outubro de 2018;51(5):293–307.
23. Hunter A, Johnson L, Coustasse A. Reduction of Intensive Care Unit Length of Stay: The Case of Early Mobilization. *Health Care Manag*. abril de 2014;33(2):128–35.
24. Santos PMR, Ricci NA, Suster ÉAB, Paisani DM, Chiavegato LD. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy*. março de 2017;103(1):1–12.
25. Floyd S, Craig SW, Topley D, Tullmann D. Evaluation of a Progressive Mobility Protocol in Postoperative Cardiothoracic Surgical Patients. *Dimens Crit Care Nurs*. setembro de 2016;35(5):277–82.
26. Doenças cardiovasculares - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde [Internet]. [citado 20 de fevereiro de 2023]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/doencas-cardiovasculares>
27. Brick AV, Souza DSR de, Braile DM, Buffolo E, Lucchese FA, Silva FP de V, et al. Diretrizes da cirurgia de revascularização miocárdica valvopatias e doenças da aorta. *Arq Bras Cardiol*. março de 2004;82:1–20.
28. Oliveira GMM de, Brant LCC, Polanczyk CA, Malta DC, Biolo A, Nascimento BR, et al. Estatística Cardiovascular – Brasil 2021. *Arq Bras Cardiol*. 21 de fevereiro de 2022;118:115–373.
29. Thanavaro J, Taylor J, Vitt L, Guignon MS, Thanavaro S. Predictors and outcomes of postoperative respiratory failure after cardiac surgery. *J Eval Clin Pract*. 2020;26(5):1490–7.
30. Stephens RS, Shah AS, Whitman GJR. Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome After Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg*. março de 2013;95(3):1122–9.

31. Canver CC, Chanda J. Intraoperative and postoperative risk factors for respiratory failure after coronary bypass. *Ann Thorac Surg.* março de 2003;75(3):853–7.
32. Weissman C. Pulmonary Complications After Cardiac Surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 1º de setembro de 2004;8(3):185–211.
33. Tanner TG, Colvin MO. Pulmonary Complications of Cardiac Surgery. *Lung.* dezembro de 2020;198(6):889–96.
34. Filsoufi F, Rahmanian PB, Castillo JG, Chikwe J, Adams DH. Predictors and early and late outcomes of respiratory failure in contemporary cardiac surgery. *Chest.* março de 2008;133(3):713–21.
35. Eremenko AA, Zyulyaeva TP. Postoperative acute respiratory failure in cardiac surgery. *Khirurgiia (Sofiiia).* 2019;(8):5–11.
36. Ji Q, Mei Y, Wang X, Ding W. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery in high-risk patients. *Int Heart J.* 2014;55(6):484–8.
37. Ailawadi G, Chang HL, O’Gara PT, O’sullivan K, Woo YJ, DeRose JJ, et al. Pneumonia After Cardiac Surgery: Experience of the NIH/CIHR Cardiothoracic Surgical Trials Network. *J Thorac Cardiovasc Surg.* junho de 2017;153(6):1384-1391.e3.
38. Stevens M, Shenoy AV, Munson SH, Yapici HO, Gricar BLA, Zhang X, et al. Healthcare utilization and costs of cardiopulmonary complications following cardiac surgery in the United States. *PLoS ONE.* 19 de dezembro de 2019;14(12):e0226750.
39. Nava S, Navalesi P, Carlucci A. Non-invasive ventilation. *Minerva Anestesiol.* 2009;75(1–2):31–6.
40. Hess DR. Noninvasive Ventilation for Acute Respiratory Failure Discussion. *Respir Care.* junho de 2013;58(6):950–72.
41. Schettino GPP, Reis MAS, Galas F, Park M, Franca S, Okamoto V. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. *J Bras Pneumol.* :14.
42. Nava S, Gregoret C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med.* novembro de 2005;33(11):2465–70.
43. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 de janeiro de 2006;173(2):164–70.
44. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AM de C, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part 2. *Rev Bras Ter Intensiva [Internet].* 2014 [citado 21 de junho de 2021];26(3). Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0103-507X.20140034>
45. Ampatzidou F, Boutou AK, Karagounis L, Marczin N, Gogakos A, Drossos G. Noninvasive Ventilation to Treat Respiratory Failure After Cardiac Surgery: Predictors of Application and Outcome. *Respir Care.* setembro de 2019;64(9):1123–31.
46. Kilger E, Möhnle P, Nassau K, Beiras-Fernandez A, Lamm P, Frey L, et al. Noninvasive mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure after cardiac surgery. *Heart Surg Forum.* 2010;13(2):E91–5.

47. Chen PK, Shih CC, Lin FC, Perng DW, Chou KT, Kou YR, et al. Prolonged use of noninvasive positive pressure ventilation after extubation among patients in the intensive care unit following cardiac surgery: The predictors and its impact on patient outcome. *Sci Rep.* 2 de julho de 2019;9(1):9539.
48. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J.* agosto de 2017;50(2):1602426.
49. Gilliland S, Brainard J. Postoperative Noninvasive Ventilation Following Cardiothoracic Surgery: A Clinical Primer and Review of the Literature. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 1º de dezembro de 2015;19(4):302–8.
50. RESOLUÇÃO N°. 402/2011 – Disciplina a Especialidade Profissional Fisioterapia em Terapia Intensiva e dá outras providências. [Internet]. [citado 8 de março de 2023]. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=3165>
51. Mungovan SF, Singh P, Gass GC, Smart NA, Hirschhorn AD. Effect of physical activity in the first five days after cardiac surgery. *J Rehabil Med.* 19 de janeiro de 2017;49(1):71–7.
52. Zanini M, Nery RM, de Lima JB, Buhler RP, da Silveira AD, Stein R. Effects of Different Rehabilitation Protocols in Inpatient Cardiac Rehabilitation After Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* novembro de 2019;39(6):E19–25.
53. Ribeiro BC, Poça JGG da, Rocha AMC, Cunha CNS da, Cunha K da C, Falcão LFM, et al. Different physiotherapy protocols after coronary artery bypass graft surgery: A randomized controlled trial. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther.* janeiro de 2021;26(1):e1882.
54. van der Peijl ID, Vliet Vlieland TPM, Versteegh MIM, Lok JJ, Munneke M, Dion RAE. Exercise therapy after coronary artery bypass graft surgery: a randomized comparison of a high and low frequency exercise therapy program. *Ann Thorac Surg.* maio de 2004;77(5):1535–41.
55. Kanejima Y, Shimogai T, Kitamura M, Ishihara K, Izawa KP. Effect of Early Mobilization on Physical Function in Patients after Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 28 de setembro de 2020;17(19):7091.
56. Xue W, Xinlan Z, Xiaoyan Z. Effectiveness of early cardiac rehabilitation in patients with heart valve surgery: a randomized, controlled trial. *J Int Med Res.* 28 de julho de 2022;50(7):03000605211044320.
57. Cabrini L, Plumari VP, Nobile L, Olper L, Pasin L, Bocchino S, et al. Non-invasive ventilation in cardiac surgery: a concise review. *Heart Lung Vessels.* 2013;5(3):137–41.
58. Doenças Pulmonares [Internet]. [citado 19 de junho de 2021]. Disponível em: <https://www.dilivros.com.br/livro-doencas-pulmonares-9788527713337,ta4243.html>
59. Schwartz JP, Bakhos M, Patel A, Botkin S, Neragi-Miandoab S. Impact of pre-existing conditions, age and the length of cardiopulmonary bypass on postoperative outcome after repair of the ascending aorta and aortic arch for aortic aneurysms and dissections. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 1º de outubro de 2008;7(5):850–4.
60. Zilli AC, Guizilini S, Rocco IS, Santo JA do E, Berwanger O, Kalil RAK, et al. Valve Heart Surgery in Brazil - The BYPASS Registry Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2020;35(1):82–90.

61. Ter Woorst JF, Van Straten AHM, Houterman S, Soliman-Hamad MA. Sex Difference in Coronary Artery Bypass Grafting: Preoperative Profile and Early Outcome. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* outubro de 2019;33(10):2679–84.
62. De Santo LS, Bancone C, Santarpino G, Romano G, Della Corte A, Vicchio M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for extubation failure after cardiac surgery: Pilot safety evaluation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1º de fevereiro de 2009;137(2):342–6.
63. Chiarenza F, Tsoutsouras T, Cassisi C, Santonocito C, Gerry S, Astuto M, et al. The Effects of On-Pump and Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery on Respiratory Function in the Early Postoperative Period. *J Intensive Care Med.* fevereiro de 2019;34(2):126–32.
64. Fang L, Yu G, Huang J, Zhao W, Ye B. Predictors of postoperative complication and prolonged intensive care unit stay after complete pericardiectomy in tuberculous constrictive pericarditis. *J Cardiothorac Surg.* 19 de junho de 2020;15:148.
65. Brovman EY, Tolis G, Hirji S, Axtell A, Fields K, Muehlschlegel JD, et al. Association Between Early Extubation and Postoperative Reintubation After Elective Cardiac Surgery: A Bi-institutional Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* maio de 2022;36(5):1258–64.
66. Liu Y, An Z, Chen J, Liu Y, Tang Y, Han Q, et al. Risk factors for noninvasive ventilation failure in patients with post-extubation acute respiratory failure after cardiac surgery. *J Thorac Dis.* 2018;10(6):3319–28.
67. Liu Q, Shan M, Liu J, Cui L, Lan C. Prophylactic Noninvasive Ventilation Versus Conventional Care in Patients After Cardiac Surgery. *J Surg Res.* fevereiro de 2020;246:384–94.
68. Abrard S, Rineau E, Seegers V, Lebrec N, Sargentini C, Jeanneteau A, et al. Postoperative prophylactic intermittent noninvasive ventilation versus usual postoperative care for patients at high risk of pulmonary complications: a multicentre randomised trial. *Br J Anaesth.* 1º de janeiro de 2023;130(1):e160–8.