

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
AGÊNCIA DE INOVAÇÃO, EMPREENDEDORISMO,
PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INTERNACIONALIZAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
MESTRADO ACADÊMICO**



**IMPACTO DO EXERCÍCIO COMBINADO NA MODULAÇÃO
AUTONÔMICA CARDÍACA EM PACIENTES PÓS-CIRURGIA
CARDÍACA**

Lara Susan Silva Garcez

**São Luís
2025**

LARA SUSAN SILVA GARCEZ

IMPACTO DO EXERCÍCIO COMBINADO NA MODULAÇÃO
AUTONÔMICA CARDÍACA EM PACIENTES PÓS-CIRURGIA
CARDÍACA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do movimento humano

Linha de Pesquisa: Atividade física no contexto da saúde e da doença

Orientador: Profa. Dra. Danielle da Silva Dias

São Luís
2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Garcez, Lara Susan Silva.

IMPACTO DE EXERCÍCIO COMBINADO NA MODULAÇÃO
AUTONÔMICA CARDÍACA EM PACIENTES PÓS-CIRURGIA
CARDÍACA / Lara Susan Silva Garcez. - 2025.

59 p.

Orientador(a): Danielle da Silva Dias.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Educação Física/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São
Luís, 2025.

1. Cirurgia Cardíaca. 2. Exercício Físico Combinado.
3. Sistema Nervoso Autônomo. I. Dias, Danielle da Silva.
- II. Título.

LARA SUSAN SILVA GARCEZ

IMPACTO DE EXERCÍCIO COMBINADO NA MODULAÇÃO
AUTONÔMICA CARDÍACA EM PACIENTES PÓS-CIRURGIA
CARDÍACA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

A banca examinadora da dissertação de mestrado, apresentada em sessão pública, foi composta pelos membros listados abaixo.

Profa. Dra. Danielle da Silva Dias (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Janaina de Oliveira Brito-Monzani (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Nathalia Bernardes (Examinador Externo)
Universidade São Judas Tadeu

Prof. Dr. Bruno do Nascimento Carvalho (Examinador Externo)
Centro Universitário das Américas (FAM)

Prof. Dr. Filipe Fernandes Stoyell-Conti (Suplente)
University of Miami, Department of Surgery

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, minha irmã, meu marido e à minha orientadora, que foram pilares fundamentais nesta jornada. Seu amor, apoio incondicional e inspiração constante deram-me força para seguir adiante. Cada palavra escrita aqui é reflexo da confiança que depositaram em mim e do incentivo que nunca me faltou. A vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, minha fonte de força, resiliência e persistência, por guiar meus passos em todos os momentos da minha vida, especialmente nos instantes em que me faltaram forças para continuar.

Aos meus pais, Judite e Gonzaga, e à minha irmã, Nara Luana, expresso minha profunda gratidão, pelo amor incondicional e apoio inestimável essenciais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu marido, Leonardo Garcez, por acreditar em mim até mesmo nos momentos em que eu duvidava do meu próprio potencial, oferecendo suporte e incentivo para que eu continuasse firme.

Ao meu amigo Leonardo Hesley, por todo auxílio durante todo o processo de construção desse trabalho. Ao Gustavo, Bianca, Ariadne, Nataly, Mariane, Rayane e Fernanda por toda ajuda nesse processo, vocês foram meus braços, muito obrigada.

Ao grupo de pesquisa LACORE por todas as contribuições e acolhimento durante essa jornada.

Aos meus professores do PPGEF, que tanto contribuíram para meu crescimento acadêmico e pessoal, em especial a Janaína Monzani, cuja amizade, dedicação e exemplo de fé foram fundamentais ao longo desse caminho e Almir Dibai por toda ajuda durante a realização do mestrado.

À minha orientadora, Danielle Dias, muito mais que uma referência acadêmica, agradeço o carinho, cuidado e compromisso com meu desenvolvimento. Seu conhecimento e apoio foram pilares que me fortaleceram e inspiraram.

A todos que, de alguma maneira, compartilharam comigo esta jornada, meu mais profundo agradecimento. O apoio e a presença de cada um foram essenciais, pois ninguém trilha um caminho sozinho.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o impacto do exercício físico combinado na modulação autonômica de pacientes em pós-cirurgia cardíaca. **Materiais e Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado (RBR-9tfcwh4), realizado na Unidade de Terapia Intensiva Cardiológica do Hospital Dr. Carlos Macieira, em São Luís, Maranhão, Brasil. Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, com idades entre 18 e 70 anos, no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Os pacientes foram randomizados em dois grupos: Grupo Controle (GC) que realizou fisioterapia convencional, e o Grupo Intervenção (GI), submetido ao protocolo de exercício combinado. O protocolo consistiu em 3 sessões com duração de 30 minutos durante uma semana (20 minutos de resistido+10 minutos de cicloergômetro, escala OMNI-RES 4-5, escala de Borg modificada 5-6 respectivamente). Foram realizadas anamnese, avaliação física funcional (teste de sentar e levantar -TLS e Time Up and Go - TUG), dinamometria para mensurar a força muscular, além de exames laboratoriais sanguíneos. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi analisada por meio de um eletrocardiograma (ECG), considerando os domínios do tempo e da frequência, utilizando o software Kubios versão 3.5. Após o teste de normalidade, foram utilizados os testes: t de Student e ANOVA 2 vias. Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão ou mediana (intervalo interquartil). **Resultados:** Foram avaliados 21 pacientes, distribuídos em dois grupos: GC (n=11) e GI (n=10), com idades variando entre 53 e 58 ± 8 anos. A amostra foi composta majoritariamente por pacientes do sexo masculino (76,2%). Observou-se uma melhora no tempo de realização do teste de TUG em ambos os grupos, além de um aumento nos níveis de fósforo após o protocolo no GI. No domínio da frequência, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos. No entanto, no domínio do tempo, o GC apresentou aumento do intervalo médio RR (Mean RR), enquanto nenhuma alteração foi observada no GI. Além disso, o índice triangular (RR Tri Index) evidenciou prejuízo no GC, o que não foi observado no GI. **Conclusão:** O protocolo de exercício combinado (3 sessões) não demonstrou melhora expressiva na modulação autonômica cardíaca. No entanto, também não resultou em prejuízos nas variáveis analisadas no GI. Além disso, o exercício contribuiu para a manutenção da capacidade funcional. É fundamental ressaltar a melhora clínica significativa observada, que merece investigação mais aprofundada na amostra estudada. Além disso, é necessário aprimorar o controle dos componentes fisiológicos envolvidos nas sessões de exercícios em pacientes pós-cirúrgicos visando otimizar seus efeitos na modulação autonômica.

Palavras-chave: Cirurgia cardíaca. Exercício Físico Combinado. Sistema Nervoso Autônomo.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the impact of combined physical exercise on the autonomic modulation of post-cardiac surgery patients. **Materials and Methods:** This is a randomized clinical trial (RBR-9tfcwh4), conducted in the Cardiologic Intensive Care Unit of Dr. Carlos Macieira Hospital, in São Luís, Maranhão, Brazil. Patients of both sexes aged between 18 and 70 years in the postoperative period of cardiac surgery were included. Patients were randomized into two groups: the Control Group (CG), which underwent conventional physiotherapy, and the Intervention Group (IG), which followed a combined exercise protocol. The protocol consisted of 3 sessions lasting 30 minutes over one week (20 minutes of resistance training + 10 minutes of cycle ergometer, OMNI-RES scale 4-5, modified Borg scale 5-6, respectively). Medical history, functional physical evaluation (sit-to-stand test – STS, and Time Up and Go – TUG), handgrip dynamometry to measure muscle strength, and blood tests were performed. Heart rate variability (HRV) was analyzed using an electrocardiogram (ECG), considering time and frequency domains, with Kubios software version 3.5. After normality testing, Student's t-test and two-way ANOVA were used. Data were expressed as mean \pm standard deviation or median (interquartile range). **Results:** A total of 21 patients were evaluated, distributed into two groups: CG (n=11) and IG (n=10), aged between 53 and 58 ± 8 years. The sample was predominantly male (76.2%). Improvement in TUG test performance time was observed in both groups, as well as an increase in phosphorus levels after the protocol in the IG. In the frequency domain, no significant differences were found between the groups. However, in the time domain, the CG showed an increase in mean RR interval (Mean RR), whereas no changes were observed in the IG. Furthermore, the triangular index (RR Tri Index) indicated impairment in the CG, which was not seen in the IG. **Conclusion:** The combined exercise protocol (3 sessions) did not show significant improvement in cardiac autonomic modulation. However, it also did not result in harm to the variables analyzed in the IG. Additionally, exercise contributed to maintaining functional capacity. It is essential to highlight the significant clinical improvement observed, which warrants further investigation in the studied sample. Moreover, optimizing the control of physiological components involved in exercise sessions for postoperative patients is necessary to enhance their effects on autonomic modulation.

Keywords: Cardiac Surgery. Combined Exercise Training. Autonomic Nervous System.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados clínicos e demográfico	32
Tabela 2	Fatores de risco e comorbidades	33
Tabela 3	Dados do questionário de qualidade de vida (SF-36)	33
Tabela 4	Dados de força muscular periférica e capacidade funcional	34
Tabela 5	Variáveis do exame laboratorial sanguíneo	35
Tabela 6	Variáveis da frequência cardíaca no domínio do tempo	36
Tabela 7	Variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência	36
Tabela 8	Dados dos parâmetros geométricos da VFC	37

LISTA DE SIGLAS

AVC - acidente vascular cerebral
CEC - circulação extracorpórea
CRM - cirurgia de revascularização do miocárdio
DAC - doença arterial coronariana
DCV - doença cardiovascular
DCNT - doença crônica não transmissível
ECG - eletrocardiograma
FC - frequência cardíaca
FE - fração de ejeção
FEVE - fração de ejeção do ventrículo esquerdo
GBD - *global burden of disease*
HAS - hipertensão arterial sistêmica
HF – alta frequência
HZ - *hertz*
IAM - infarto agudo do miocárdio
LF - baixa frequência
LF/HF - balanço simpátovagal
MMSS - membros superiores
MMII - membros inferiores
ms - milissegundos
PA - pressão arterial
pNN50 - porcentagem de NN50 em relação à quantidade total de intervalos NN
RR - variação entre intervalos RR
RMSSD - raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes
SDNN - desvio padrão do intervalo de séries temporais normais de RR
SDRA - síndrome do desconforto respiratório agudo
SIRS - síndrome da resposta inflamatória sistêmica
SF-36 – 36 - *item short form health survey*
SNA - sistema nervoso autônomo
SNP - sistema nervoso parassimpático
SNS - sistema nervoso simpático

UTI - unidade de terapia intensiva

TSL - teste de sentar e levantar

TUG - *timed up and go*

VFC - variabilidade da frequência cardíaca

VM - ventilação mecânica

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – PREFÁCIO.....	13
CAPÍTULO 2 – IMPACTOS ESPERADOS COM A DISSERTAÇÃO.....	15
CAPÍTULO 3 – REVISÃO DE LITERATURA	17
CAPÍTULO 4 – MANUSCRITO 1.....	25
CAPÍTULO 5 – MANUSCRITO 2.....	43
CAPÍTULO 6 – MANUSCRITO 3.....	44
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	50
APÊNDICE 2. Ficha de avaliação utilizada no presente estudo.	52
ANEXO 1. Comprovante de aprovação no comitê de ética em pesquisa	524
ANEXO 2. Questionário de qualidade de vida – SF-36.....	537
ANEXO 3. Escala de Borg modificada e OMNI-RES..	549

CAPÍTULO 1 – PREFÁCIO

A presente dissertação é o resultado de um processo de aprendizado intenso e transformador ao longo do mestrado. Desde o início, este trabalho foi concebido com o propósito de aprofundar o conhecimento sobre a prática de exercícios e mobilização precoce nos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca e os impactos positivos causados, buscando contribuir para o avanço científico na área.

Minha trajetória acadêmica antes do mestrado foi marcada pelo período da graduação iniciada em 2009 na Universidade Federal do Piauí (UFPI) e, posteriormente pela realização da Residência Multiprofissional em Atenção Cardiovascular no Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HUUFMA) com início em 2019 e perpassando pelo caos da pandemia, até a oportunidade de preceptoria a nível hospitalar na Unidade Cardiológica e, finalmente o encontro com a docência e o interesse pelo aperfeiçoamento através do mestrado. Com o ingresso no programa de pós-graduação, fui desafiada a expandir horizontes, desenvolver habilidades críticas e enfrentar novas metodologias de pesquisa. Durante essa jornada, mergulhei em estudos aprofundados, participei de discussões acadêmicas, jornadas, congressos e publicação de trabalhos na área e me envolvi em projetos que ampliaram minha visão sobre o impacto da mobilização precoce nos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca na modulação autonômica.

A motivação para escolher essa temática surgiu do encanto particular com a atenção cardiovascular despertada desde a residência. Além da possibilidade de avaliar o impacto causado pelo exercício em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e os possíveis ganhos para pacientes, rotinas e protocolos. No decorrer da pesquisa, enfrentei desafios que exigiram dedicação e resiliência, como conciliar o tempo para desenvolver inúmeras atividades de forma que não deixasse nada a desejar e

conseguisse cumprir prazos e desenvolver as atividades exigidas pelo programa, além de vencer o desafio das coletas com as inúmeras dificuldades encontradas no percurso.

Além deste estudo, tive a oportunidade de participar de grupos de pesquisa, como o LACORE, colaborando em projetos de pesquisa que abordam a modulação autonômica, cirurgia cardíaca e a mobilização precoce no ambiente da terapia intensiva. Essas experiências enriqueceram minha formação e proporcionaram *insights* que fortaleceram a base teórica e metodológica da dissertação.

Durante o mestrado, apresentei trabalhos em congressos como o XVI Congresso Maranhense de Cardiologia em que obtive 2º lugar na apresentação oral, além do Encontro em Biodinâmica do Movimento Humano (ENBIOMOV) com a apresentação do projeto de pesquisa dessa dissertação e, estive como coautora em trabalhos apresentados em outros eventos, onde pude compartilhar resultados, receber contribuições de especialistas e estabelecer conexões com pesquisadores da área. Também contribuí para a produção científica com a submissão/publicação de artigos em periódicos acadêmicos, como o artigo intitulado “Efeitos de protocolos de mobilização precoce de curto prazo na modulação autonômica de pacientes após cirurgia cardíaca”, o outro intitulado “Efeitos do treinamento de força na modulação autonômica cardíaca de pacientes desnutridos” e, também, o artigo “*Vitamin C protects against doxorubicin induced skeletal muscle atrophy: Role of oxidative stress*”.

Por fim, este trabalho representa não apenas um avanço no conhecimento, mas também uma etapa essencial do meu crescimento profissional e acadêmico. Agradeço a todos que fizeram parte dessa jornada e que contribuíram para a construção deste estudo. Espero que esta pesquisa possa inspirar futuras investigações e agregar valor ao campo científico.

CAPÍTULO 2 – IMPACTOS ESPERADOS COM A DISSERTAÇÃO

A presente dissertação tem o potencial de gerar impactos significativos, abrangendo diferentes dimensões acadêmicas, profissionais e sociais, contribuindo para o avanço do conhecimento e melhoria das práticas relacionadas ao tema investigado, como:

a) Abrangência: O presente trabalho tem abrangência nacional e internacional. Os achados da pesquisa poderão ser utilizados como referência em futuras investigações, fomentando novos estudos e ampliando o debate sobre o tema. Além disso, o impacto poderá se estender para promover melhoria na gestão e na implementação de estratégias eficazes no contexto hospitalar.

b) Aplicabilidade: Os resultados obtidos na dissertação terão aplicabilidade alta e direta em contextos práticos, podendo ser implementados em protocolos clínicos. A pesquisa poderá servir de base para treinamentos e capacitações de profissionais, permitindo uma aplicação imediata e eficaz dos conhecimentos gerados. Dessa forma, o estudo contribuirá para a melhoria dos procedimentos e da qualidade na área de atuação.

c) Complexidade: A dissertação envolve a análise de múltiplos fatores interligados, exigindo um aprofundamento teórico e metodológico robusto. Além disso, o estudo poderá contribuir para a compreensão do tema, abordando questões que exigem reflexão crítica e soluções fundamentadas, com complexidade média.

d) Inovação: Este trabalho busca apresentar perspectivas inovadoras, seja por meio de novas abordagens analíticas ou aplicações diferenciadas do conhecimento existente. A pesquisa se configura com inovação média e poderá propor soluções, ajustes em processos, ou até mesmo, melhorias em protocolos já existentes, tornando-os mais eficientes e acessíveis. A introdução de perspectivas

interdisciplinares ampliará a compreensão do tema, incentivando novas formas de pensar e aplicar os resultados em diferentes contextos.

Dessa forma, a dissertação se posiciona como uma ferramenta valiosa para a evolução do conhecimento e aprimoramento de práticas, promovendo impactos concretos na área de estudo.

CAPÍTULO 3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Doenças cardiovasculares

As doenças cardiovasculares (DCV) representam o principal grupo de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e englobam condições como doenças coronarianas, cerebrovasculares, insuficiência cardíaca, hipertensão arterial sistêmica (HAS) e doenças vasculares periféricas. Essas enfermidades constituem a maior causa de mortalidade no mundo, sendo responsáveis por um índice significativo de mortes prematuras entre 30 e 70 anos, redução da qualidade de vida e profundos impactos econômicos e sociais (Ministério da Saúde, 2022). Globalmente, estima-se que as DCV correspondam a cerca de 70% das mortes, totalizando mais de 38 milhões de óbitos anualmente. No Brasil, essas doenças representam cerca de 30% das mortes registradas, consolidando seu papel como um grave problema de saúde pública (Oliveira *et al.*, 2024).

A prevalência das DCV está diretamente associada ao envelhecimento, independente do gênero. Segundo dados da *Global Burden of Disease* (GBD), em 2021, a taxa de prevalência no Brasil foi de 6,9% para ambos os sexos. No entanto, observou-se uma maior prevalência entre os homens, atingindo 7,6%, enquanto entre as mulheres esse índice foi de 6,3% (IHME, 2024).

A maior parte das doenças cardiovasculares pode ser prevenida por meio de intervenções direcionadas aos fatores de risco comportamentais, como o tabagismo, dietas pouco saudáveis, obesidade, sedentarismo e o consumo excessivo de álcool. Esses comportamentos de risco frequentemente resultam em condições como hipertensão arterial (HAS), elevação dos níveis de glicose no sangue, hiperlipidemia, sobrepeso e obesidade (Gomes *et al.*, 2021). Além disso, estima-se que até 75% dos eventos cardiovasculares poderiam ser prevenidos por meio de intervenções nos fatores de risco, combinadas à cessação do tabagismo (OMS, 2025).

Dessa maneira, quando os cuidados comportamentais e a prevenção dos fatores de risco não são suficientes, torna-se necessário recorrer a intervenções cirúrgicas, como a cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM), angioplastia, substituição de válvula cardíaca e transplante cardíaco. De acordo com Gomes *et al.* (2021), aproximadamente 5,3% dos adultos brasileiros sofrem de doenças cardiovasculares, sendo que 29,08% já se submeteram a cirurgia de revascularização

miocárdica ou angioplastia coronariana. Além disso, 8,26% enfrentam limitações intensas em suas atividades habituais devido à progressão da doença cardiovascular.

3.2 Tratamento cirúrgico

A cirurgia cardíaca é um método terapêutico eficaz no tratamento de doenças cardiovasculares, contribuindo para a melhora da função cardíaca, redução dos sintomas e o aumento da expectativa de vida e está indicada quando a probabilidade de sobrevida é maior do que com o tratamento clínico (Borges *et al.*, 2022). Entretanto, apesar da realização de exames e testes no período pré-operatório, com o objetivo de reduzir o risco de complicações, o procedimento cirúrgico ainda está associado à presença de fatores que contribuem para um índice elevado de morbidade (Laizo *et al.*, 2010).

Os fatores intraoperatórios, como a circulação extracorpórea (CEC), o uso de anestesia, sedação e analgesia, transfusões sanguíneas, incisões cirúrgicas, ventilação mecânica (VM), administração de fármacos vasoativos e a utilização de drenos, exercem impacto negativo significativo e ocorrem em aproximadamente 66,6% dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Esses fatores contribuem para alterações na função pulmonar, neurológica e renal, além de aumentar a incidência de eventos infecciosos (Silva *et al.*, 2021; Fortes *et al.*, 2024).

A circulação extracorpórea (CEC) se trata de um circuito que fornece o fluxo sanguíneo enquanto o coração e o pulmão estão parados para que a cirurgia aconteça e tem o objetivo de preservar a integridade celular, estrutura e função do organismo do indivíduo, entretanto contribui para a ativação da cascata inflamatória. O uso da CEC produz alterações sistêmicas, como sangramento, baixo débito cardíaco, arritmias cardíacas, insuficiência renal e respiratória (Moura *et al.*, 2001; Fortes *et al.*, 2024). Além disso, a CEC prolongada contribui para o aumento da água extravascular na circulação pulmonar, determinando o preenchimento alveolar por células inflamatórias e, conseqüentemente provocando alteração do trabalho respiratório e impactando diretamente no desmame e no tempo prolongado de VM (Fortes *et al.*, 2024; Neves *et al.*, 2020).

Estudos como o de Siddiqui *et al.* (2012) apontam uma associação entre o tempo de circulação extracorpórea (CEC) e a duração da ventilação mecânica. Além disso, outros autores definem a VM prolongada como aquela mantida por um período superior a 24 horas e consideram que exista uma correlação entre um tempo de CEC

superior a 120 minutos e a necessidade de VM por um período prolongado (Araújo *et al.*, 2015).

No estudo de Junior *et al.* (2023), foi avaliado o perfil clínico de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e o tempo de extubação daqueles admitidos na Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Os resultados indicaram que a maioria dos pacientes era do sexo masculino e havia passado por troca valvar ou cirurgia de revascularização do miocárdio. Observou-se ainda que esses pacientes foram extubados em até seis horas após a admissão na UTI, apresentando uma mediana menor do tempo de circulação extracorpórea (CEC) e de internação na UTI, em comparação com outros estudos.

O uso da anestesia é imprescindível durante o procedimento cirúrgico pelo nível de complexidade, o que deprime o centro respiratório. No entanto, a exposição prolongada a sedativos pode ser prejudicial, aumentando o risco de comprometimento pulmonar e desencadeando efeitos biológicos no sistema respiratório como a redução do número e atividade dos macrófagos, inibição do *clearance* mucociliar, aumento da permeabilidade alveolocapilar e a inibição da liberação de surfactante (Fortes *et al.*, 2024).

A cirurgia cardíaca frequentemente resulta em sangramento intraoperatório, exigindo, em muitos casos, a realização de transfusão sanguínea. No entanto, o uso dessa prática está associado ao risco de desenvolvimento de lesão pulmonar aguda relacionada à transfusão, ao maior risco de eventos infecciosos, insuficiência respiratória aguda, acidente vascular cerebral (AVC) e síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) (Vásquez-Revilla *et al.*, 2020).

Além disso, a incisão cirúrgica, o uso da ventilação mecânica e a necessidade de drenos no período pós-operatório implicam na função respiratória e funcionalidade dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca (Fortes *et al.*, 2024).

3.3 Mobilização precoce e cirurgia cardíaca

A introdução precoce de exercícios físicos sistematizados no pós-operatório de cirurgias cardíacas é uma abordagem relativamente recente, tanto na prática assistencial quanto na literatura científica. Os pacientes submetidos a esses procedimentos geralmente apresentam uma combinação de limitações estruturais cardíacas que justificam a cirurgia, além de enfrentarem as consequências inerentes

a uma intervenção de grande porte, que frequentemente impacta significativamente o sistema cardiorrespiratório (Gardenghi *et al.*, 2025).

A mobilização precoce de pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca durante a internação na UTI é uma estratégia essencial para otimizar o condicionamento cardiovascular e a mecânica ventilatória. Além disso, essa abordagem contribui significativamente para a prevenção e minimização da fraqueza muscular adquirida nesse ambiente. A utilização de protocolos de exercícios, aliada a recursos como o cicloergômetro e a realidade virtual, potencializa a recuperação funcional, promovendo uma reabilitação mais eficiente e acelerada (Borges *et al.*, 2022).

Os pacientes submetidos a cirurgia cardíaca frequentemente apresentam perda de massa muscular e força muscular no período pós-operatório. Esse processo ocorre devido ao desequilíbrio entre os mecanismos de síntese e degradação muscular, favorecendo a degradação das fibras musculares (Gardenghi *et al.*, 2025). A ocorrência de Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS) após a cirurgia cardíaca pode causar lesão do endotélio vascular, contribuindo para a aceleração de processos metabólicos endócrinos associados ao hiper catabolismo, o que favorece a degradação do músculo esquelético, agravando a perda de massa muscular no período pós-operatório (Gardenghi *et al.*, 2025).

Nesse sentido, no estudo de Lima *et al.* (2024), foi avaliada a funcionalidade de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca por meio de uma escala de funcionalidade e observou-se que, mesmo sob o uso de drogas vasoativas, esses pacientes atingiam níveis moderados a altos de funcionalidade durante a internação e na alta da UTI. Achados semelhantes foram reportados por Bailey *et al.* (2007) e Morris *et al.* (2008), em que a mobilização precoce resultou em menor incidência de complicações e melhor funcionalidade dos pacientes.

Além disso, a mobilização precoce é uma estratégia essencial para minimizar os impactos da cirurgia cardíaca, promovendo a recuperação funcional e reduzindo o tempo de internação hospitalar. Para que a fase de reabilitação se inicie de maneira eficaz, é fundamental realizar uma avaliação minuciosa, especialmente considerando a precocidade com que o procedimento cirúrgico é realizado. Essa avaliação permite a individualização do plano terapêutico, garantindo segurança ao paciente e otimizando os resultados da reabilitação (Gardenghi *et al.*, 2025).

O tempo de internação dos pacientes também pode impactar na recuperação pós-cirurgia, dessa forma, Wilkemann *et al.*, (2015) analisaram um protocolo de reabilitação cardíaca em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e identificaram uma média de cinco dias de internação na UTI, reforçando a relevância da mobilização precoce no período crítico da hospitalização.

A realização de exercício físico é uma das estratégias não farmacológicas utilizadas para prevenção de doenças cardiovasculares e eficaz para aumentar a VFC e reduzir riscos cardiovasculares, de fato, evidências sugerem que esta intervenção reduz mortalidade de pacientes pós infarto do miocárdio provavelmente devido a um aumento do componente vagal e a uma diminuição da atividade simpática, bem como uma melhora da sensibilidade dos pressorreceptores (Hull *et al.*, 1994; La Rovere *et al.*, 2002).

A prática do exercício aeróbico em pacientes com doenças cardiovasculares desempenha um papel fundamental na melhora da função endotelial, no aumento da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) após o infarto agudo do miocárdio (IAM) e na otimização do desempenho funcional (Wang *et al.*, 2019).

Uma meta-análise conduzida por Rod S. Taylor *et al.* (2019) avaliou o impacto do exercício combinado em pacientes com alterações cardiovasculares e concluiu que treinos aeróbicos e resistidos com duração entre 15 e 60 minutos, realizados no mínimo duas sessões semanais, promovem melhora significativa na capacidade física e na percepção subjetiva dos pacientes.

Dessa forma, a estratégia do exercício físico no pós operatório de cirurgia cardíaca, em específico, o exercício físico combinado vem demonstrando segurança e eficácia a pacientes após o procedimento cirúrgico de revascularização do miocárdio, sendo definido como combinação de exercícios aeróbicos e resistidos (Moghadam *et al.*, 2009). Um estudo realizado na terceira fase da reabilitação cardíaca comparou exercícios combinados e exercícios aeróbicos isolados entre 4 a 5 semanas em pacientes pós CRM, obtendo melhora da capacidade funcional e força muscular significativamente maior no grupo combinado comparado ao grupo aeróbico (Moghadam *et al.*, 2009).

3.4 Variabilidade da frequência cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um indicador de como o sistema nervoso autônomo (SNA) controla o coração, influenciada pela interação entre o cérebro e o coração. Ela reflete o equilíbrio do SNA e surge de sistemas interdependentes que trabalham juntos para ajudar o corpo a se adaptar a desafios físicos e emocionais (Shaffer, Ginsberg, 2017). Por definição, a VFC é a variação temporal entre os intervalos R-R normais consecutivos no eletrocardiograma (ECG) e sua análise pode ser realizada por métodos lineares e não lineares (Vanderlei *et al.*, 2009)

Os métodos lineares incluem análise no domínio do tempo e no domínio da frequência. Os índices no domínio do tempo, calculados por métodos estatísticos, são expressos em milissegundos (ms). Entre os principais índices estão o SDNN (*Standard deviation of NN*), que mede o desvio padrão de todos os intervalos R-R normais e reflete a modulação global; o RMSSD (*Root Mean Square of the Successive Differences*), que é a raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes; e o pNN50, que indica a porcentagem de intervalos R-R adjacentes com diferença maior que 50 ms. O RMSSD e o pNN50 refletem a modulação parassimpática (Vanderlei *et al.*, 2009; Shaffer, Ginsberg, 2017).

A análise no domínio da frequência transforma a VFC em componentes oscilatórios entre os quais incluem-se *High Frequency* (HF), *Low Frequency* (LF) e a relação LF/HF. O HF varia de 0,15 a 0,4 Hz e reflete a atividade parassimpática associada às variações da frequência cardíaca relacionadas à respiração, o LF varia de 0,04 a 0,15 Hz. A potência do LF pode ser produzida tanto pelo Sistema Nervoso Parassimpático (SNP) quanto pelo Sistema Nervoso Simpático (SNS), e a regulação da PA via barorreceptores. A relação LF/HF busca estimar o equilíbrio entre as atividades do SNS e do SNP, sendo que uma baixa relação LF/HF indica predominância da atividade parassimpática (Shaffer, Ginsberg, 2017).

Os métodos não lineares, por outro lado, são técnicas avançadas usadas para analisar a complexidade e a dinâmica dos intervalos entre batimentos cardíacos. Eles vão além das estatísticas simples, como média e variância, utilizadas pelos métodos lineares, permitindo captar padrões mais complexos e dinâmicos (Shaffer, Ginsberg, 2017).

A evolução dessas abordagens consolidou a VFC como uma ferramenta clínica essencial. Esse reconhecimento teve início quando Hon e Lee (1963) identificaram

que alterações nos intervalos entre batimentos cardíacos precediam sinais visíveis de sofrimento fetal, antes mesmo de mudanças na frequência cardíaca. Mais tarde, Wolf e colaboradores (1978) demonstraram que a VFC era um preditor robusto e independente de mortalidade após infarto agudo do miocárdio (IAM) (Marek, 1996).

O IAM provoca uma redução significativa da VFC, atribuída à isquemia e necrose parcial do miocárdio. Segmentos necróticos e não contráteis do ventrículo esquerdo intensificam a atividade simpática aferente e eferente, o que reduz a VFC e aumenta a vulnerabilidade miocárdica, causando instabilidade elétrica e maior risco de arritmias malignas. Ademais, a hiperatividade simpática diminui ou inibe a influência vagal no nó sinusal, contribuindo para menores oscilações da frequência cardíaca e redução da VFC (Lakusic *et al.*, 2015).

Nesse contexto, o desequilíbrio autonômico é uma característica marcante das doenças cardiovasculares. Nessas condições, a hiperativação simpática surge como uma resposta compensatória às demandas do organismo, resultando em maior consumo de oxigênio pelo miocárdio, vasoconstrição sistêmica e elevação da pressão arterial (Ferraz, Junior, 2006).

Dentre as DCV, a doença arterial coronariana (DAC) destaca-se como a mais prevalente (Oliveira *et al.*, 2024). Tanto na DAC, quanto no IAM, essa ativação excessiva está associada, respectivamente, à isquemia e à necrose dos miócitos. Já nas valvopatias, as alterações da função autonômica estão ligadas ao desarranjo estrutural cardíaco provocado pela sobrecarga de pressão e/ou volume (Lakusic *et al.*, 2015).

Entre as intervenções disponíveis, a cirurgia cardíaca é considerada a abordagem mais eficaz para tratar essas doenças, pois melhora a sobrevida e alivia os sintomas associados. No entanto, trata-se de um procedimento complexo que, além de promover inflamação sistêmica e imobilidade prolongada no leito, afetam diretamente a modulação autonômica (Soares *et al.*, 2011; Lakusic *et al.*, 2015; Vaduganathan *et al.*, 2022).

Pesquisas mostram que a cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) impacta a modulação autonômica, especialmente nos primeiros três a seis dias após o procedimento, com sinais de redução ainda presentes após seis semanas de acompanhamento (Lakusic *et al.*, 2015; Matusik *et al.*, 2024). Contudo, uma revisão sistemática confirmou que esses efeitos agudos na modulação autonômica são uma resposta esperada da cirurgia (Matusik *et al.*, 2024).

Than et al. (2022) também demonstraram que os parâmetros no domínio do tempo e no domínio da frequência da VFC diminuíram precipitadamente após a revascularização do miocárdio e foram recuperados em sua maioria 3 meses após a cirurgia. A porcentagem de VFC diminuída antes da cirurgia foi de 28,6% e 51,8% após 7 dias, 19,6% após 3 meses e 12,7% após 6 meses.

A redução da VFC após cirurgia cardíaca não está relacionada exclusivamente à CRM, pois também é registrada em pacientes submetidos à cirurgia valvar. De forma semelhante, pacientes que passam por troca de valva mitral ou aórtica também podem apresentar alterações autonômicas que persistem por vários meses após a intervenção (Lakusic *et al.*, 2008; Lakusic *et al.*, 2015).

A modulação autonômica cardíaca é afetada de maneira previsível após a cirurgia cardíaca. No entanto, a manutenção desse desequilíbrio no sistema autonômico, provocado pelo procedimento, pode aumentar a vulnerabilidade do coração a instabilidades elétricas, elevando o risco de arritmias e até de morte súbita (Soares *et al.*, 2011; Lakusic *et al.*, 2008; Lakusic *et al.*, 2015).

Embora os resultados mostrem redução da VFC após a cirurgia cardíaca, estudos indicam que esse achado não possui relevância na predição de mortalidade (Stein *et al.*, 2004). Esse cenário contrasta com a significativa importância prognóstica da diminuição da VFC em pacientes que sofreram IAM. Diferentemente do forte valor preditivo observado no IAM, a redução da VFC parece não ter utilidade como indicador prognóstico após intervenções cirúrgicas cardíacas (Stein *et al.*, 2004).

CAPÍTULO 4 – MANUSCRITO 1 – *Dados da Dissertação*

Arquivos Brasileiros de Cardiologia, ISSN: 0066-782X, JCR: 2,0

IMPACTO DO EXERCÍCIO FÍSICO COMBINADO NA MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE PACIENTES PÓS-CIRURGIA CARDÍACA: Ensaio Clínico Randomizado

**Impact of Combined Physical Exercise on the Autonomic Cardiac Modulation of Post-
Cardiac Surgery Patients: A Randomized Clinical Trial**

Lara Susan Silva Garcez^{1,2}, Mariane Oliveira Ribeiro^{1,2}, Janaina de Oliveira Brito
Monzani^{1,2}, Leonardo Hesley Ferraz Durans², Gustavo Henrique Melo Sousa³,
Ariadne Gonçalves Dela Penha Banho³, Nathalia Bernardes⁴, Antonio Viana do
Nascimento Filho⁵, Danielle da Silva Dias^{1,2}

¹ Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís, Maranhão, Brasil

² Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao exercício – LACORE, São Luís, Maranhão, Brasil

³ Hospital Dr. Carlos Macieira, São Luís, Maranhão, Brasil

⁴ Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Brasil

⁵ Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo, Brasil

Autor correspondente: Profa. Dra. Danielle da Silva Dias. Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966, Núcleo de Esportes, Vila Bacanga, CEP: 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o impacto do exercício físico combinado na modulação autonômica de pacientes em pós-cirurgia cardíaca. **Materiais e Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado (RBR-9tfcwh4), realizado na Unidade de Terapia Intensiva Cardiológica do Hospital Dr. Carlos Macieira, em São Luís, Maranhão, Brasil. Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, com idades entre 18 e 70 anos, no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Os pacientes foram randomizados em dois grupos: Grupo Controle (GC) que realizou fisioterapia convencional, e o Grupo Intervenção (GI), submetido ao protocolo de exercício combinado. O protocolo consistiu em 3 sessões com duração de 30 minutos (20 resistido+10 cicloergômetro, escala OMNIRES 4-5, escala de Borg modificada 5-6 respectivamente). Foram realizadas anamnese, avaliação física funcional (teste de sentar e levantar -TLS e Time Up and Go - TUG), dinamometria para mensurar a força muscular, além de exames laboratoriais sanguíneos. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi analisada por meio de um eletrocardiograma (ECG), considerando os domínios do tempo e da frequência, utilizando o software Kubios versão 3.5. Após o teste de normalidade, foram utilizados os testes: t de Student e ANOVA 2 vias. Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão ou mediana (intervalo interquartil). **Resultados:** Foram avaliados 21 pacientes, distribuídos em dois grupos: GC (n=11) e GI (n=10), com idades variando entre 53 e 58 ± 8 anos. A amostra foi composta majoritariamente por pacientes do sexo masculino (76,2%). Observou-se uma melhora no tempo de realização do teste de TUG em ambos os grupos, além de um aumento nos níveis de fósforo após o protocolo no GI. No domínio da frequência, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos. No entanto, no domínio do tempo, o GC apresentou aumento do intervalo médio RR (Mean RR), enquanto nenhuma alteração foi observada no GI. Além disso, o índice triangular (RR Tri Index) evidenciou prejuízo no GC, o que não foi observado no GI. **Conclusão:** O protocolo de exercício combinado (3 sessões) não demonstrou melhora expressiva na modulação autonômica cardíaca. No entanto, também não resultou em prejuízos nas variáveis analisadas no GI. Além disso, o exercício contribuiu para a manutenção da capacidade funcional. É fundamental ressaltar a melhora clínica significativa observada, que merece investigação mais aprofundada na amostra estudada. Além disso, é necessário aprimorar o controle dos componentes fisiológicos envolvidos nas sessões de exercícios em pacientes pós-cirúrgicos visando otimizar seus efeitos na modulação autonômica.

Palavras-chave: Cirurgia cardíaca. Exercício Físico Combinado. Sistema Nervoso Autônomo.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the impact of combined physical exercise on the autonomic modulation of post-cardiac surgery patients. **Materials and Methods:** This study is a randomized clinical trial (RBR-9tfcwh4) conducted at the Cardiac Intensive Care Unit of Hospital Dr. Carlos Macieira, in São Luís, Maranhão, Brazil. Patients of both sexes aged 18 to 70 years in the postoperative period of cardiac surgery were included. Patients were randomly assigned into two groups: Control Group (CG), which underwent conventional physiotherapy and Intervention Group (IG), which followed a combined exercise protocol. The protocol consisted of three sessions lasting 30 minutes (20 minutes of resistance training + 10 minutes of cycle ergometer), using OMNI-RES Scale (4-5) and the Modified Borg Scale (5-6). The study included: Anamnesis, Quality of life questionnaire (SF-36), Functional physical assessment (Sit-to-Stand Test -TSL and Timed Up and Go Test - TUG), Handgrip dynamometry to measure muscle strength and laboratory blood tests. Heart rate variability (HRV) was analyzed using an electrocardiogram (ECG), considering time and frequency domains, with Kubios software version 3.5. After assessing normality, Student's t-test and two-way ANOVA were applied. Data were expressed as mean \pm standard deviation or median (interquartile range). **Results:** A total of 21 patients were evaluated, divided into two groups: CG (n = 11) and IG (n = 10), with ages ranging from 53 to 58 \pm 8 years. The sample was predominantly male (76.2%). An improvement in the Timed Up and Go (TUG) test duration was observed in both groups, along with an increase in phosphorus levels in the IG after the protocol. In the frequency domain, no significant differences were found between the groups. However, in the time domain, the CG showed an increase in the Mean RR interval, while no changes were observed in the IG. Additionally, the triangular RR index (RR Tri Index) indicated impairment in the CG, which was not observed in the IG. **Conclusion:** The combined exercise protocol (three sessions) did not demonstrate a significant improvement in autonomic cardiac modulation. However, it did not result in negative effects on the analyzed variables in the IG. Additionally, exercise contributed to maintaining functional capacity. It is essential to highlight the significant clinical improvements observed, which warrant further investigation in this sample. Furthermore, enhancing the control of physiological components involved in exercise sessions is necessary to optimize their effects on autonomic modulation.

Keywords: Cardiac Surgery. Combined Exercise Training. Autonomic Nervous System.

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) lideram as estatísticas de mortalidade no Brasil e no mundo, sendo responsáveis por muitas mortes prematuras. Além dos impactos na saúde, essas condições comprometem a qualidade de vida e geram consequências econômicas e sociais significativas¹. No Brasil, elas representam aproximadamente 30% dos óbitos, enquanto, em escala global, correspondem a 70% das mortes registradas².

A melhor estratégia para evitar as DCV é a prevenção dos fatores de risco. No entanto, quando essas medidas não são suficientes, o tratamento conservador ou cirúrgico torna-se uma alternativa viável³. A cirurgia cardíaca é uma abordagem eficaz no tratamento das doenças que comprometem o coração. No entanto, está associada a um alto risco de complicações pulmonares e a uma significativa taxa de mortalidade. Além disso, pode influenciar a modulação autonômica, afetando o equilíbrio do sistema nervoso autônomo (SNA)⁴.

A modulação autonômica cardíaca, avaliada por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), tem sido amplamente estudada para prever a capacidade de resposta do sistema nervoso autônomo (SNA) diante de alterações sistêmicas. No contexto da cirurgia cardíaca, essa análise pode desempenhar um papel fundamental na compreensão e otimização da adaptação fisiológica dos pacientes, contribuindo para uma melhor abordagem clínica e resultados mais favoráveis⁵.

A mobilização precoce surge como uma estratégia eficaz e segura para atenuar os impactos da cirurgia cardíaca, contribuindo para a redução do tempo de internação hospitalar e a melhora da recuperação funcional⁶⁻⁷. No entanto, ainda não há consenso sobre a dose ideal e quais exercícios exercem impacto positivo na modulação autonômica. Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o impacto do exercício físico combinado na modulação autonômica de pacientes em pós-cirurgia cardíaca.

MÉTODOS

Trata-se de um ensaio clínico randomizado realizado no período de agosto de 2024 a março de 2025 na Unidade de Terapia Intensiva Cardiológica do Hospital Dr. Carlos Macieira na cidade de São Luís, Maranhão, Brasil. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da instituição sob o número de parecer 6.480.089 e registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ou REBEC) (RBR-9tfcwh4) e, o consentimento por escrito de todos os pacientes foi obtido.

Crítérios de Elegibilidade

Foram incluídos pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca com idade entre 18 e 70 anos, de ambos os sexos, em respiração espontânea. Não foram incluídos os pacientes que apresentaram instabilidade hemodinâmica, em uso de ventilação mecânica e incapazes de realizar o protocolo de exercícios, ou que por algum motivo não conseguiram concluir o protocolo de exercícios.

Randomização

Os pacientes foram randomizados em dois grupos por meio do *GraphPad Randomizer* e o sigilo foi mantido por meio de envelopes lacrados, numerados e opacos: Grupo Controle (GC) (n=11) realizou fisioterapia convencional e o Grupo Intervenção (GI) (n=10) que realizou o atendimento convencional e o protocolo de exercício combinado durante 30 minutos, sendo 20 minutos de exercícios resistido e 10 minutos de ciclo ergômetro, o pesquisador que coletou os dados não tinha conhecimento da alocação dos grupos.

Protocolo de estudo

Os pacientes do Grupo Controle (GC) receberam o atendimento convencional da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) no período de uma semana e duas vezes por dia com duração de 20 a 30 minutos de atendimento, incluindo exercícios ativos livres para membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII), além de mudanças posturais e exercícios respiratórios. Por outro lado, os pacientes do Grupo Intervenção (GI) participaram de três sessões de exercícios ao longo de uma semana, iniciando no primeiro dia após a retirada do dreno mediastinal, quando a mobilização fora do leito já era possível. Cada sessão teve 30 minutos de duração, sendo composta por 20 minutos de exercícios resistidos para membros superiores e inferiores, utilizando

halteres (1kg) e caneleiras (1kg). Os exercícios incluíam extensão e flexão de ombro e cotovelo, extensão e flexão de joelho e quadril, flexão e extensão plantar, seguidos de 10 minutos de treino em cicloergômetro⁸. Para ajustar a intensidade do exercício resistido e estabelecer o período de intervalo, foi utilizada a escala OMNI-RES entre 4 e 5 (ANEXO 3), enquanto a escala de Borg modificada entre 5 e 6 (ANEXO 3) foi aplicada para manter uma intensidade moderada durante o exercício aeróbico.

Variáveis avaliadas

Os pacientes foram inicialmente avaliados por meio de um questionário próprio, utilizado para caracterizar aspectos demográficos e clínicos. Além disso, foi aplicado o questionário de qualidade de vida SF-36, com o objetivo de avaliar a percepção subjetiva dos participantes sobre sua qualidade de vida antes da implementação do protocolo de exercícios.

A avaliação da capacidade funcional foi realizada por meio do teste de sentar e levantar (TSL) e do *Timed Up and Go* (TUG). No TSL, o paciente iniciava o teste sentado em uma cadeira rígida, com os membros superiores cruzados sobre o peito, levantando-se completamente e sentando-se novamente cinco vezes, o mais rápido possível. Já no TUG, o paciente começava sentado, caminhava três metros até um cone que marcava a distância e retornava para a cadeira em um ritmo natural. Os testes funcionais eram aplicados após a remoção do dreno mediastinal, quando o paciente já conseguia se levantar do leito, e ao final do protocolo de exercícios.

A força muscular foi mensurada utilizando um dinamômetro (*Saehan 5001*) em dois momentos distintos. Durante a avaliação, o paciente permaneceu sentado, com o ombro em adução, cotovelo flexionado a 90°, antebraço e punho em posição neutra. Foram realizadas três medições em cada membro, respeitando um intervalo de um minuto entre cada tentativa, sendo considerado o maior valor registrado.

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi registrada utilizando um eletrocardiógrafo (ECG) de 12 derivações (Micromed Biotecnologia Ltda), por meio do *software WinCardio*, versão 11.3.2.6, com sinal de 600 Hz. As avaliações foram realizadas com os pacientes em decúbito dorsal, durante 10 minutos, no primeiro dia de pós-operatório (PO) e após a realização de três sessões do protocolo de exercícios. Para o grupo controle, a coleta ocorreu após uma semana. Os índices coletados foram analisados por meio do *software Kubios HRV Scientific*, versão 3.5.0 (Kubios, Finlândia).

Por fim, a avaliação dos marcadores sanguíneos, hemoglobina, hematócrito, potássio, fósforo e proteína C reativa, inclusos na rotina da unidade, foi realizada por meio de coletas laboratoriais, nos períodos pré e pós-aplicação do protocolo de exercícios proposto.

Análise estatística

Para a definição da amostra, os participantes foram randomizados em grupo intervenção e grupo controle. O cálculo amostral foi realizado por meio do *software G*Power*, considerando um nível de confiança de 95%, um erro amostral de 5% e um *effect size* de 0.7, tendo como referência a variável LF/HF do estudo de Viana *et al.* (2020)⁹. O tamanho amostral estimado foi de 16 sujeitos por grupo. No entanto, esse número não foi completamente atingido, e as coletas seguirão em andamento. Posteriormente, as coletas serão finalizadas para garantir a precisão dos dados antes da publicação dos resultados.

O *software* Jamovi versão 2.6.26 foi utilizado para a análise dos dados, e as figuras confeccionadas no *software GraphPad Prism* (versão 8.0). Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão ou mediana (intervalo interquartil). A normalidade das distribuições foi avaliada por meio do Teste de Shapiro-Wilk. Para a comparação entre os grupos controle e intervenção, foi aplicado o Teste t não pareado para variáveis com distribuição normal e o Teste de Mann-Whitney para aquelas sem distribuição normal. A associação entre os grupos foi analisada por meio do teste exato de Fisher, utilizado para variáveis categóricas, apresentadas como frequência absoluta e relativa (%). As diferenças entre os grupos em relação às variáveis funcionais, sanguíneas e aos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), incluindo domínio do tempo, domínio da frequência e medidas geométricas, foram investigadas por meio da análise de variância (ANOVA) de duas vias, seguida do post hoc de Tukey para comparações múltiplas. Foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$ para todas as análises.

RESULTADOS

Foram avaliados 21 pacientes, distribuídos em dois grupos: 11 no grupo controle e 10 no grupo intervenção (Tabela 1). O gênero masculino foi o mais prevalente com 16 pacientes (76,2%) (Tabela 2). A maioria dos pacientes eram sedentários, totalizando 11 indivíduos (55%), enquanto a comorbidade mais frequente foi a hipertensão arterial sistêmica (HAS), presente em 14 pacientes (70%). Além disso, 18 pacientes (90%) apresentaram diagnóstico de infarto agudo do miocárdio (IAM) (Tabela 2). Destaca-se o tempo de internação hospitalar, no qual o grupo intervenção teve uma mediana de 12 dias, enquanto o grupo controle permaneceu internado por 14 dias. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa ($p = 0,334$). Os demais dados clínicos e cirúrgicos são apresentados na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Dados clínicos e demográfico

	Controle	Intervenção	p valor
Idade (anos)	58 ± 8	53 ± 8	0.207
CEC (min)	95 ± 36	119 ± 28	0.123
Anóxia (min)	76 ± 11	94 ± 8	0.212
Tempo de VM (min)	825.6 ± 564.2	844.6 ± 589.7	0.940
UTI (dias)	7.6 ± 1.7	6.6 ± 1.3	0.240
Hospitalar (dias)	14 (10)	12 (0)	0.334

Comparação entre os grupos Controle e Intervenção de acordo com o Teste de Shapiro-Wilk foram aplicados Teste T Não Pareado (valores representados como média ± dp) ou Teste de Mann-Whitney (valores expressos em Mediana e Intervalo Interquartilico). Min: minutos; CEC: circulação extracorpórea; VM: ventilação mecânica; UTI: Unidade de Terapia Intensiva.

Tabela 2. Fatores de risco e comorbidades

		Grupos		p valor
		Controle	Intervenção	
Sexo	Masculino	9 (42.9%)	7 (33.3%)	0.635
	Feminino	2 (9.5%)	3 (14.3%)	
HAS	Sim	9 (45%)	5 (25%)	0.336
	Não	2 (10%)	4 (20%)	
DM	Sim	5 (25%)	3 (15%)	0.670
	Não	6 (30%)	6 (30%)	
IAM	Sim	10 (50%)	8 (40%)	1.00
	Não	1 (5%)	1 (5%)	
Sedentarismo	Sim	5 (25%)	6 (30%)	0.406
	Não	6 (30%)	3 (15%)	
Tabagismo	Sim	7 (35%)	6 (30%)	1.00
	Não	4 (20%)	3 (15%)	

Associação entre os grupos Controle e Intervenção com distintas variáveis categóricas. Foi utilizado Teste Exato de Fisher. Valores expressos em frequências absolutas e relativas (%). HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica; DM: diabetes mellitus; IAM: Infarto Agudo do Miocárdio.

A Tabela 3 apresenta os dados referentes ao questionário de qualidade de vida (SF-36) avaliados no momento prévio à realização do exercício, em que os resultados demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para nenhuma das variáveis analisadas.

Tabela 3. Dados do questionário de qualidade de vida (SF-36)

	Controle	Intervenção	p valor
Capacidade Funcional	48 ± 21	44 ± 32	0.715
Limitação Física	0 (25)	0 (19)	0.825
Dor	30 (35)	26 (49)	0.523
Estado Geral de Saúde	55.5 ± 11.7	57.1 ± 12.8	0.986
Vitalidade	57.3 ± 16.6	49.5 ± 25.7	0.416
Aspectos Sociais	38 (75)	44 (36)	0.746
Limitação Emocional	0 (67)	0 (83)	1.00
Saúde Mental	67.3 ± 17.8	58.8 ± 20.7	0.325

Comparação entre os grupos Controle e Intervenção de acordo com o Teste de Shapiro-Wilk foram aplicados Teste T Não Pareado (valores representados como Média ± DP) ou Teste de Mann-Whitney (valores expressos em Mediana e Intervalo Interquartilico).

A avaliação do teste de TUG (Tabela 4 e Figura 1) revelou uma melhora expressiva nos tempos pós-intervenção em ambos os grupos. No grupo controle, os tempos diminuíram de pré: 20.0 ± 5.7 para pós: 12.3 ± 2.5 segundos, enquanto no grupo intervenção, a redução foi de 18.5 ± 8.1 para 11.0 ± 3.7 segundos, contudo sem diferença estatística.

No teste de sentar e levantar (TSL), não foi identificada diferença significativa entre os grupos ou tempo avaliados. No entanto, a melhora observada nos tempos pós-intervenção pode ser considerada clinicamente relevante.

Tabela 4. Dados de força muscular periférica e capacidade funcional

	Controle		Intervenção		pGRUPO	pTEMPO	pINTER.
	Pré	Pós	Pré	Pós			
FPM-MD (kgf)	17.3±6.7	20.5±7.5	18.1±7.2	18.3±12.6	0.765	0.416	0.819
FPM-ND (kgf)	15.5±10.0	16.5±11.7	15.4±8.8	16.3±11.5	0.732	0.501	0.075
TUG (seg)	20.0±5.7	12.3±2.5*	18.5±8.1	11.0±3.7	0.264	<0.01	0.171
TSL (seg)	19.8±5.5	15.2±2.4	21.6±13.5	16.9±6.8	0.919	0.746	0.135

Comparação entre os Grupos Controle e Intervenção Pré e Pós seguimento. Foi utilizada ANOVA de 2 vias com post hoc de Tukey. * vs. Pré Controle. FPM-MD: Força de Preensão manual membro dominante; FPM-ND: Força de Preensão Manual não dominante; TUG: *Time Up and Go*; TSL: Teste de Sentar e Levantar; Kgf: quilograma força; seg: segundos.

A Figura 1 ilustra a redução no tempo necessário para a realização do teste, em segundos, após a intervenção, no grupo controle, com diferença estatisticamente significativa.

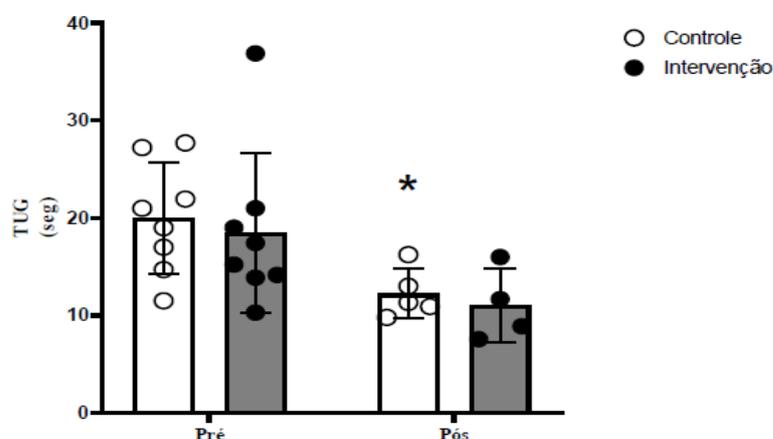


Figura 1. Timed up and Go (TUG)

Os dados laboratoriais, apresentados na Tabela 5, mostram uma diferença estatisticamente significativa apenas nos níveis de fósforo entre os grupos ($p = 0,014$). No entanto, para as demais variáveis analisadas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 5. Variáveis do exame laboratorial sanguíneo

	Controle		Intervenção		pGRUPO	pTEMPO	pINTER.
	Pré	Pós	Pré	Pós			
Potássio (mEq/L)	3,9±0,5	4,1±0,5	4,1±0,8	4,2±0,4	0.560	0.331	0.813
Fósforo (mg/dL)	3,4±0,9	3,0±0,6	4,0±1,5	4,4±0,6#	0.014	0.786	0.664
Hb (mg/dL)	10,2±6,0	10,1±4,0	10,1±4,3	10,4±3,1	0.917	0.758	0.614
Ht (%)	31,4±7,9	31,5±4,2	30,6±3,2	32,1±2,4	0.994	0.427	0.503
PCR (mg/dL)	7,0±7,9	6,7±4,2	4,1±3,2	5,3±2,4	0.160	0.905	0.559

Comparação entre os Grupos Controle e Intervenção Pré e Pós seguimento. Foi utilizada ANOVA de 2 vias com post hoc de Tukey. Hb: hemoglobina; Ht: hematócrito; PCR: proteína C reativa. # vs. Pós Controle.

A figura 2 traz os níveis de fósforo em cada grupo e o aumento significativo ($p=0.014$) no grupo que realizou o protocolo de exercício combinado.

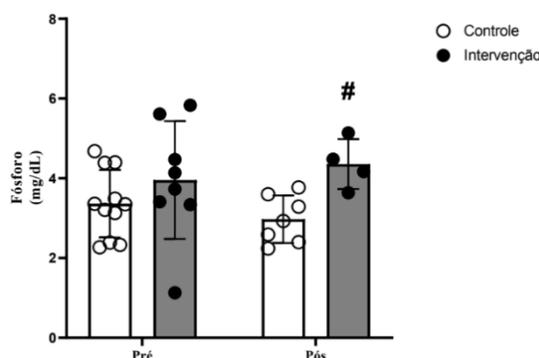


Figura 2. Níveis de fósforo nos grupos

Os dados de VFC são mostrados na tabela 6 e 7. Na variabilidade, no domínio da frequência apresentado na tabela 7, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ou ao longo do tempo.

No domínio do tempo, observou-se um aumento significativo nos intervalos RR (Mean RR) no grupo controle no período pós-intervenção, em comparação aos valores pré-intervenção. No entanto, no grupo intervenção, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo controle ou ao tempo de avaliação.

Além disso, a média de frequência cardíaca (Mean HR) apresentou uma redução significativa no grupo controle pós em relação ao pré com significância estatística. Enquanto os valores de RMSSD tiveram aumento somente entre os grupos no tempo pré.

Tabela 6. Variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo

	Controle		Intervenção		pGRUPO	pTEMPO	pINTER.
	Pré	Pós	Pré	Pós			
Mean RR (ms)	596±82	685±107*	617±82	695±87	0.970	0.017	0.194
SDNN (ms)	33.0±38	24.5±33	6.5±4.5	5.6±1.7	0.058	0.550	0.714
Mean HR (bpm/ min)	102±13	89.2±13*	96.0±17	87.6±12	0.953	0.04	0.240
SD HR (bpm/ min)	5.7±6.4	3.2±4.2	0.9±0.6	0.9±0.5	0.041	0.398	0.461
RMSSD (ms)	27.2±29	41.3±46	12.1±19*	22.5±41	0.045	0.422	0.558

Comparação entre os Grupos Controle e Intervenção Pré e Pós seguimento. Foi utilizada ANOVA de 2 vias com post hoc de Tukey. RR: intervalos RR; HR: *Heart Rate*; SD: *Standard Deviation*; RMSSD: *Root Mean Square of Sucessive Differences*. *vs. Pré controle

Tabela 7. Variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência

	Controle		Intervenção		pGRUPO	pTEMPO	pINTER.
	Pré	Pós	Pré	Pós			
VLF (ms ²)	6.6±38.9	3.3±2.9	4.4±4.4	3.9±3.3	0.630	0.241	0.500
LF (ms ²)	19.3±26.8	8.6±3.4	10.1±12.0	11.7±12.5	0.286	0.999	0.591
HF (ms ²)	45.9±75.5	49.0±50.7	8.2±8.3	11.0±13.5	0.122	0.084	0.271
VLF (%)	10.8±11.5	13.8±15.5	15.2±11.1	17.8±15.3	0.566	0.915	0.940
LF (%)	41.7±25.1	24.0±16.7	35.5±20.6	40.2±13.3	0.281	0.310	0.615
HF (%)	59.7±27.4	61.8±30.9	47.5±23.0	42.0±24.5	0.320	0.877	0.534
LF (nu)	42.0±21.6	37.4±23.6	53.4±24.0	52.7±23.0	0.338	0.592	0.735
HF (nu)	54.2±32.3	66.8±23.7	54.6±27.9	47.1±23.0	0.287	0.642	0.801
Total Power (ms ²)	68.7±97.3	61.3±54.1	26.0±25.8	25.9±17.6	0.222	0.283	0.202
LF/HF ratio	0.89±0.8	0.85±0.8	1.12±0.89	1.22±0.86	0.068	0.944	0.846

Comparação entre os Grupos Controle e Intervenção Pré e Pós seguimento. Foi utilizada ANOVA de 2 vias com post hoc de Tukey. VLF: *very low frequency*; LF: *low frequency*; HF: *high frequency*.

Para os parâmetros geométricos apresentados na Tabela 8, é possível observar que o grupo controle apresentou uma redução pós-intervenção enquanto o

grupo intervenção manteve valores estáveis. Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p_{GRUPO} = 0.043$), sugerindo um impacto da intervenção no índice geométrico da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). No entanto, não houve efeito significativo do tempo ou da interação entre tempo e grupo.

Tabela 8. Dados dos parâmetros geométricos da VFC

	Controle		Intervenção		p_{GRUPO}	p_{TEMPO}	$p_{INTER.}$
	Pré	Pós	Pré	Pós			
RR tri index (unidade)	5.4±7.4	3.7±2.5*	2.2±0.5	2.2±0.6	0.043	0.900	0.832
TINN (unidade)	136±144	132±148	34±22	29±8	0.054	0.997	0.707

Comparação entre os Grupos Controle e Intervenção Pré e Pós seguimento. Foi utilizada ANOVA de 2 vias com post hoc de Tukey. RR tri: intervalos RR triangular; TINN: *Triangular Interpolation of NN Interval Histogram*.

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto do exercício físico combinado na modulação autonômica de pacientes pós-cirurgia cardíaca. No presente estudo, observa-se que o grupo intervenção, submetido ao protocolo de exercícios, apresentou tempo de circulação extracorpórea (CEC) e anóxia intraoperatória superior ao grupo controle, além de um período prolongado de ventilação mecânica. No entanto, mesmo sem diferença estatisticamente significativa, o grupo intervenção demonstrou um tempo de internação na UTI e hospitalar inferior ao do grupo controle. Esses achados corroboram com os resultados do estudo de Ribeiro *et al.* (2021)¹⁰ e Afxonidis *et al.* (2021)¹¹, que demonstraram que pacientes submetidos a protocolos de exercícios no pós-operatório de cirurgia cardíaca apresentam menor tempo de internação na UTI e hospitalização.

A força muscular periférica, avaliada por meio da dinamometria, e a capacidade funcional, medida pelo teste de Sentar e Levantar (TSL), demonstraram melhora clínica, embora sem diferença estatisticamente significativa. No entanto, o *Timed Up and Go* (TUG), que também avaliou a capacidade funcional, apresentou uma redução significativa no tempo de execução ao longo do período de análise ($p < 0,01$) em ambos os grupos. Considerando que, para pacientes pós-cirúrgicos, uma redução de 0,8 a 1 segundo no TUG e de 1,7 a 2,3 segundos no TSL é considerada clinicamente

relevante, os achados reforçam o impacto positivo da intervenção na recuperação funcional¹²⁻¹³.

De acordo com Zanini *et al.* (2019)¹⁴, os protocolos que combinam a implementação precoce de exercícios ativos para membros superiores e inferiores associados à deambulação progressiva foram significativamente relacionados a uma recuperação superior da capacidade funcional em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM). Esse efeito pode ajudar a explicar a melhora observada no grupo controle, indicando que a mobilização precoce pode beneficiar todos os pacientes, independentemente do protocolo específico adotado.

Os achados laboratoriais deste estudo indicam um aumento significativo nos níveis de fósforo no grupo intervenção ($p = 0,014$) em comparação ao grupo controle. Evidências científicas demonstram que os níveis de fósforo podem sofrer redução em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, principalmente devido à circulação extracorpórea (CEC). Além disso, apontam que níveis reduzidos de fósforo são observados em aproximadamente 34,3% dos pacientes, estando correlacionados a complicações pós-operatórias, como um tempo prolongado de ventilação mecânica (VM). No entanto, a reabilitação desempenha um papel essencial na otimização da função metabólica e cardiovascular, podendo contribuir para uma recuperação mais eficiente¹⁵⁻¹⁷.

Os resultados deste estudo, sobre o impacto do exercício físico combinado na modulação autonômica de pacientes pós-cirurgia cardíaca, sugerem uma melhora significativa ao longo do tempo nas variáveis de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo, com destaque para o intervalo RR médio (Mean RR) e a frequência cardíaca média (Mean HR). Essa melhora reflete uma redução da frequência cardíaca média e um aumento do intervalo entre batimentos cardíacos. Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, os achados sugerem que ambas as abordagens podem ter influenciado de maneira semelhante os parâmetros cardiovasculares analisados.

Mendes *et al.* (2021)¹⁸ investigaram o efeito da frequência do exercício na modulação autonômica cardíaca, comparando protocolos realizados uma e duas vezes ao dia. Os resultados indicaram que, independentemente da dose de exercício, houve benefícios na modulação autonômica, quando comparados ao grupo controle. O grupo que realizou exercícios duas vezes ao dia apresentou melhores índices gerais de variabilidade da frequência cardíaca (STD RR e TINN), além de indicadores de

estado parassimpático (HRV e RMSSD), significativamente superior em relação ao grupo controle, que realizava apenas exercícios respiratórios, o que difere do presente estudo, em que os dois grupos tiveram melhora nos valores de RMSSD.

O comportamento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência neste estudo sugere tendências de melhora na modulação autonômica, especialmente no grupo intervenção. Observou-se um discreto aumento nos valores de HF (8.2 ± 8.3 para 11.0 ± 13.5 ms²) e VLF (4.4 ± 4.4 para 3.9 ± 3.3 ms²) após a intervenção. Apesar dessas alterações, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ou ao longo do tempo, sugerindo que a intervenção pode ter gerado mudanças, porém sem efeitos robustos na modulação autonômica cardíaca.

No estudo de Mendes *et al.* (2010)¹⁹, os índices RMSSD e HF apresentaram valores significativamente mais elevados, indicando uma maior atividade parassimpática em pacientes submetidos à reabilitação baseada em exercícios logo após a cirurgia de revascularização miocárdica (CRM), em comparação aos cuidados habituais.

Lakusic *et al.* (2015)²⁰ demonstraram que a VFC no período pós-operatório influencia a mortalidade em pacientes submetidos à CRM. Apesar da mortalidade relativamente baixa em pacientes em reabilitação cardíaca após a CRM (média de 3 anos), as curvas de sobrevivência diferem significativamente, dependendo da VFC pós-operatória. Observa-se que pacientes com VFC reduzida antes e depois da CRM apresentam menor fração de ejeção (FEVE) e capacidade funcional, além de maior número de enxertos, indicando maior gravidade da doença coronária, o que leva a tempos operatórios prolongados e procedimentos mais complexos, fatores que podem justificar a redução da VFC.

Os resultados evidenciaram que os valores de RMSSD aumentaram em ambos os grupos, sugerindo que, independentemente da dose de exercício, os pacientes no pós-operatório apresentam uma melhor modulação autonômica e um maior controle vagal. No entanto, é possível que esses valores permaneçam relativamente estáveis, o que pode ser atribuído à queda nos índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC), frequentemente observada em pacientes pós-cirurgia. Esses índices podem permanecer reduzidos por meses ou até anos antes de gradualmente retornarem aos níveis pré-operatórios, conforme evidenciado pelos estudos de Laitio *et al.* (2006)²¹ e Cygankiewicz *et al.* (2004)²².

Ghardashi-Afousi *et al.* (2018)²³ investigaram o impacto de um protocolo de exercícios de alta intensidade e baixo volume ao longo de seis semanas na modulação autonômica. Os resultados demonstraram uma melhora significativa na regulação autonômica, evidenciada pela redução na razão LF/HF e pelo aumento nos valores de RMSSD, indicando um maior controle parassimpático e uma recuperação cardiovascular mais eficiente. No entanto, essa resposta pode diferir do presente estudo, especialmente em relação ao tempo de duração e quantidade de sessões do protocolo de exercícios, o que pode influenciar os efeitos na modulação autonômica.

Este estudo apresenta algumas limitações que podem ter influenciado os resultados obtidos, como a heterogeneidade dos grupos, as condições individuais dos participantes, como idade e gravidade clínica, e o tamanho reduzido da amostra. Esses fatores podem impactar a generalização dos achados e devem ser considerados na interpretação dos dados. Diante disso, sugere-se a realização de novos estudos que investiguem o efeito do exercício combinado, utilizando um protocolo mais robusto, a fim de aprofundar a compreensão sobre seus impactos e otimizar estratégias de intervenção.

CONCLUSÃO

A mobilização precoce por meio do exercício combinado desempenha um papel fundamental na recuperação funcional da modulação autonômica cardíaca, frequentemente afetada pelo procedimento cirúrgico. No entanto, os dados do presente estudo não confirmam essa melhora com apenas três sessões de exercícios, apesar dos avanços clínicos significativos na capacidade funcional. Isso ressalta a importância de manter um programa de treinamento estruturado, levando em consideração as variáveis envolvidas na prescrição e evolução do exercício para a população estudada.

Referências

1. Saúde M da. Estratégia de Saúde Cardiovascular na Atenção Primária à Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022.
2. Oliveira GMM, Brant LCC, Polanczyk CA, Malta DC, Biolo A, Nascimento BR, Souza MFM, *et al.* Estatística Cardiovascular – Brasil 2023. Arq. Bras. Cardiol. 2024;121(2):e20240079.
3. Gomes CS, Gonçalves RPF, Silva AGD, *et al.* Factors associated with cardiovascular disease in the Brazilian adult population: National Health Survey, 2019. Rev bras epidemiol., 2021;24(suppl 2): e210013.
4. Kuster DWD, Merkus D, Van Der Velden J, Verhoeven AJM, Duncker DJ. 'Integrative Physiology 2.0': integration of systems biology into physiology and its application to cardiovascular homeostasis. The Journal of Physiology, 2011;589(5):1037–1045.
5. Kushwaha P, Moiz JA, Mujaddadi A. Exercise training and cardiac autonomic function following coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis. Egypt Heart J., 2022;74(1):67.
6. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TDD, Godoy MFD. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. Rev Bras Cir Cardiovasc., 2009;24(2):205–217.
7. Borges MGB, Borges DL, Ribeiro MO, Lima LSS, Macedo KCM, Nina VJDS. Early Mobilization Prescription in Patients Undergoing Cardiac Surgery: Systematic Review. Braz J Cardiovasc Surg., 2022;37(2).
8. Morishita S, Tsubaki A, Nakamura M, Nashimoto S, Fu JB, Onishi H. Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects. Expert Review of Cardiovascular Therapy, 2019;17(2):135–142.
9. Viana A, Dias DDS, Nascimento MC, Dos Santos F, Lanza FC, Irigoyen MC, De Angelis K. Impact of Overweight in Mens with Family History of Hypertension: Early Heart Rate Variability and Oxidative Stress Disarrangements. Oxid Med Cell Longev., 2020; 30(1):1-9.
10. Ribeiro BC, Poça JJGD, Rocha AMC, *et al.* Different physiotherapy protocols after coronary artery bypass graft surgery: A randomized controlled trial. Physiotherapy Res Intl., 2021;26(1):e1882.
11. Afxonidis G, Moysidis DV, Papazoglou AS, *et al.* Efficacy of Early and Enhanced Respiratory Physiotherapy and Mobilization after On-Pump Cardiac Surgery: A Prospective Randomized Controlled Trial. Healthcare, 2021;9(12):1735.
12. Ortega-Bastidas P, Gómez B, Aqueveque P, *et al.* Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)-More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. Sensors (Basel), 2023; 23(7):3426.

13. Bohannon RW. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept Mot Skills*, 2005; 103(1):215-222.
14. 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. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 2019;39(6):E19–E25.
15. Steck DT, Mostofi N, Togashi K, *et al.* Clinical Outcomes in Patients with Phosphate Abnormalities After Cardiac Surgery: A Retrospective Cohort Study. *Anesthesia & Analgesia*, 2025; 140(4):938–946.
16. Steck DT, Jelacic S, Mostofi N, *et al.* The Association Between Hypophosphatemia and Lactic Acidosis After Cardiac Surgery With Cardiopulmonary Bypass: A Retrospective Cohort Study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2023;37(3):374–381.
17. Saour M, Zeroual N, Ridolfo J, *et al.* Serum Phosphate Kinetics in Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery: An Observational Study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2020; 34(11):2964–2972.
18. Mendes RG, Pantoni CBF, Simões RP, *et al.* In-hospital mobilization after cardiac surgery: investigation of a dose-effect of once- and twice-daily exercise on cardiac autonomic modulation. *Cardiorespir Physiother Crit Care Rehabil.*, 2021;1:e42060.
19. Mendes RG, Simões RP, Costa FDSM, *et al.* Short-term supervised inpatient physiotherapy exercise protocol improves cardiac autonomic function after coronary artery bypass graft surgery – a randomised controlled trial. *Disability and Rehabilitation*, 2010; 32(16):1320–1327.
20. Lakusic N, Mahovic D, Kruzliak P, *et al.* Changes in Heart Rate Variability after Coronary Artery Bypass Grafting and Clinical Importance of These Findings. *BioMed Research International*, 2015; 2015:1–7.
21. Laitio TT, Huikuri HV, Koskenvuo J, *et al.* Long-Term Alterations of Heart Rate Dynamics After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 2006;102(4):1026–1031.
22. Cygankiewicz I, Wranicz JK, Bolinska H, Zaslonka J, Jaszewski R, Zareba W. Influence of coronary artery bypass grafting on heart rate turbulence parameters. *The American Journal of Cardiology*, 2004; 94(2):186–189.
23. Ghardashi-Afousi A, Holisaz MT, Shirvani H, Pishgoo B. The effects of low-volume high-intensity interval versus moderate intensity continuous training on heart rate variability, and hemodynamic and echocardiography indices in men after coronary artery bypass grafting: A randomized clinical trial study. *ARYA Atheroscler* 2018; 14(6): 260-71.

CAPÍTULO 5 – MANUSCRITO 2



Efeitos de protocolos de mobilização precoce de curto prazo na modulação autonômica de pacientes após cirurgia cardíaca

Effects of short-term early mobilization protocols on autonomic modulation of patients after cardiac surgery

Efectos de los protocolos de movilización temprana a corto plazo en la modulación autonômica de los pacientes después de la cirugía cardíaca

Lara Susan Silva Garcez^{1,2,4}, Leonardo Hesley Ferraz Durans², Mariane Oliveira Ribeiro^{1,2}, Marcos Paulo Teles de Oliveira^{1,2}, Thais Miriã da Silva Santos³, Julia Regina Sousa Martins⁴, João Carlos Amorim Junior^{1,4}, Janaina de Oliveira Brito Monzani^{1,2}, Nathalia Bernardes³, Danielle da Silva Dias^{1,2}.

RESUMO

Objetivo: Foi avaliar os efeitos de protocolos de mobilização precoce de curta duração sobre a modulação autonômica de pacientes após cirurgia cardíaca. **Métodos:** Realizou-se uma revisão integrativa de literatura com busca de artigos nos idiomas português e inglês nas bases de dados *PubMed* e *Lilacs* dos últimos 20 anos. **Resultados:** Foram encontrados 112 artigos nas bases de dados. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, e leitura dos artigos na íntegra, restaram 08 artigos, utilizados como amostra final deste trabalho. Para avaliação dos estudos identificou-se autor, ano, tipo de estudo, participantes, intervenção, medidas analisadas e principais resultados. **Considerações finais:** Em suma, a mobilização precoce e a implementação de protocolos de exercícios em pacientes pós-cirurgia cardíaca contribuem significativamente para a melhora da modulação autonômica, frequentemente comprometida pelo procedimento cirúrgico. Além disso, essas práticas ajudam a reduzir o tempo de internação hospitalar, mortalidade e morbidade do paciente.

Palavras-chave: Cirurgia cardíaca, Mobilização precoce, Modulação autonômica cardíaca.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of early-term mobilization protocols on autonomic modulation of patients after cardiac surgery. **Methods:** An integrative literature review was carried out with a search for articles in Portuguese and English in the *PubMed* and *Lilacs* databases from the last 20 years. **Results:** A total of 112 articles were found in the databases. After applying the inclusion and exclusion criteria, and reading the

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão (PPGEF/UFMA), Maranhão - MA.

² Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício (LACORE), Universidade Federal do Maranhão, Maranhão - MA.

³ Laboratório do Movimento Humano, Universidade São Judas Tadeu (USJT), São Paulo - SP.

⁴ Centro Universitário Santa Terezinha (CEST), São Luís - MA.

SUBMETIDO EM: 11/2024

| ACEITO EM: 12/2024

| PUBLICADO EM: 3/2025

CAPÍTULO 6 – MANUSCRITO 3

🔍 ☰

[Communication](#) f X in ✉

Vitamin C protects against doxorubicin-induced skeletal muscle atrophy: role of oxidative stress

Authors: [Antonio Viana do Nascimento Filho](#) , [Gauri Akolkar](#) , [Lara Susan Lima](#) , [Filipe Fernandes Stoyell-Conti](#) , [Nathalia Bernardes](#) , [Maria Claudia Irigoyen](#) , [Pawan K. Singal](#) , [Kátia De Angelis](#) , and [Danielle da Silva Dias](#)  ✉ [AUTHORS INFO & AFFILIATIONS](#)

Publication: Canadian Journal of Physiology and Pharmacology • 30 April 2025 • <https://doi.org/10.1139/cjpp-2024-0154>

↓ 14 🔔 🗨️ 🗣️ 🔒 GET ACCESS

☰ i ~ 🔒 🔗 🖼️ 📅 ▶ ↩

Abstract

Doxorubicin is known for its significant cardiotoxicity, in part due to increased oxidative stress (OS). In addition, preclinical models have shown that doxorubicin induces skeletal muscle atrophy. While vitamin C has been recognized as a valuable pharmacological intervention to mitigate cardiac toxicity, its effect on doxorubicin-induced skeletal muscle atrophy remains to be determined. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of vitamin C on skeletal muscle of rats exposed to doxorubicin. Indeed, doxorubicin caused a reduction in body weight and gastrocnemius muscle weight, accompanied by an increase in hydrogen peroxide, protein oxidation, and lipid peroxidation in the gastrocnemius muscle. On the other hand, vitamin C was able to prevent the loss of skeletal muscle mass as well as the increase in markers of OS. In addition, negative correlations were found between gastrocnemius muscle mass and markers of cellular damage. In conclusion, vitamin C appears to be a protective agent against doxorubicin-induced skeletal muscle atrophy and OS. This suggests its potential application as a prophylactic measure for patients undergoing doxorubicin treatment.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente estudo contribui significativamente para o avanço do conhecimento na área, destacando aspectos fundamentais relacionados ao tema. Os achados reforçam a relevância do impacto positivo do exercício para pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, demonstrando impactos relevantes para a modulação autonômica cardíaca.

No entanto, algumas lacunas científicas permanecem abertas, indicando a necessidade de investigações futuras mais aprofundadas. Entre os desafios identificados, destaca-se a amostra reduzida, a heterogeneidade dos grupos e a quantidade de sessões de treinamento combinado realizada. Dessa forma, estudos posteriores poderão explorar um protocolo mais robusto e detalhado quanto ao tempo, intensidade, carga, volume e tipo de exercício.

Além das perspectivas científicas, este trabalho exerce um impacto direto na trajetória acadêmica e profissional. A experiência adquirida ao longo da pesquisa reforça a intenção de dar continuidade à atuação na docência universitária e de ingressar futuramente no doutorado, aprofundando os conhecimentos na área estudada.

O estudo da variabilidade da frequência cardíaca representa um campo promissor, capaz de gerar novas descobertas e soluções inovadoras, com potencial para melhorar a qualidade de vida de pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos de grande porte, como a cirurgia cardíaca. Dessa forma, os avanços nessa área poderão contribuir para estratégias de reabilitação mais eficazes, promovendo uma recuperação mais segura e eficiente para esses pacientes.

Portanto, os resultados desta dissertação não apenas fornecem insumos relevantes para a área, mas também direcionam futuras investigações e oportunidades de atuação, consolidando a importância da pesquisa na área e incentivando a continuidade do avanço científico.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, M. C.; GEISEL, P. P.; LAGES, A. C. R. Fatores associados ao tempo de ventilação mecânica em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **ASSOBRAFIR Ciência**, v. 6, n. 3, p. 21–32, 2015.

BAILEY, P.; THOMSEN, G. E.; SPUHLER, V. J.; *et al.* Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. **Crit Care Med**. v. 35, n. 1, p. 139-145, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Estratégia de saúde cardiovascular na atenção primária à saúde: instrutivo para profissionais e gestores [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_saude_cardiovascular_instrutivo_profissionais.pdf>. Acesso em: 04 de abril de 2025.

BORGES, M. G. B.; BORGES, D. L.; RIBEIRO, M. O.; *et al.* Early Mobilization Prescription in Patients Undergoing Cardiac Surgery: Systematic Review. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 37, n. 2, p. 227-238, 2022.

Doenças cardiovasculares - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/doencas-cardiovasculares>. Acesso em: 04 de abril de 2025.

FERRAZ, A. S.; JUNIOR, P. Y. Prescrição do exercício físico para pacientes com insuficiência cardíaca. **Rev Soc Cardiol RS**, v. 15, n. 9, p. 1-13, 2006.

FORTES, J. V. S.; BORGES, D. L.; CORDEIRO, A. L. L.; LIMA, L. S. Treinamento muscular inspiratório após cirurgia cardíaca. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; MARTINS, J. A.; MEDEIROS, A. I. C.; BORGES, D. L., organizadores. **PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto: Ciclo 14**. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2024. p. 39-70.

GARDENGHI, G.; LIMA, P. B.; TREVIZAN, P. F. In: SARMENTO, G. J. V.; CORDEIRO, A. L. L.; BORGES, D. L.; GIACOMASSI, I. W. S. **Fisioterapia respiratória no paciente crítico – rotinas clínicas**. 5ª ed. Barueri, SP: Manole, 2025. p. 313-330.

GOMES, C. S.; GONÇALVES, R. P. F.; SILVA, A. G.; *et al.* Factors associated with cardiovascular disease in the Brazilian adult population: National Health Survey, 2019. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, n. 2, p. e210013, 2021.

HON, E. H.; LEE, S. T. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: further observations. **Am J Obstet Gynecol**, v. 87, p. 814-826, 1963.

HULL, S. S. J.; VANOLI, E.; ADAMSON, P. B.; *et al.* Exercise training confers anticipatory protection from sudden death during acute myocardial ischemia. **Circulation**, v. 89, p. 548–552, 1994.

Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). **Global Burden of Disease 2021: Findings from the GBD 2021 Study**. Seattle, WA: IHME, 2024. Disponível em: <<https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd>>. Acesso em: 07 de abril de 2025.

JUNIOR, R. P. S.; SENA, E. P. Perfil cirúrgico e taxa de extubação precoce em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca. **Revista de ciências médicas e biológicas**, v. 22, n.3, p. 550-555, 2023.

LA ROVERE, M. T.; BERSANO, C.; GNEMMI, M.; *et al.* Exercise-Induced Increase in Baroreflex Sensitivity Predicts Improved Prognosis After Myocardial Infarction. **Circulation**, v. 106, n. 8, p. 945–949, 2002.

LAIZO, A.; DELGADO, F. E. D. F.; ROCHA, G. M. Complicações que aumentam o tempo de permanência na unidade de terapia intensiva na cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 25, n. 2, p. 166–171, 2010.

LAKUSIC, N.; SLIVNJAK, V.; BABORSKI, F.; *et al.* Heart rate variability in patients after cardiac valve surgery. **Open Medicine**, v. 3, n. 1, p. 65-70, 2008.

LAKUSIC, N.; MAHOVIC, D.; KRUZLIAK, P.; *et al.* Changes in Heart Rate Variability after Coronary Artery Bypass Grafting and Clinical Importance of These Findings. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1–7, 2015.

LIMA, L. S. S.; CARDOSO, R. A. M.; SANTOS, N. P.; *et al.* Aplicação da ICU Mobility Scale em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Fisioterapia em Movimento**, v. 37, p. e37109, 2024.

MAREK M.; BIGGER J. T.; CAMM A. J.; *et al.* Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Eur Heart J**, v. 17, p. 354–381, 1996.

MATUSIK, P. S.; ALOMAR, O.; HUSSAIN, M. R.; *et al.* Heart Rate Variability and Coronary Artery Bypass Grafting: A Systematic Review. **Reviews in Cardiovascular Medicine**, v. 25, n. 1, p. 36, 2024.

MOGHADAM, B. A.; TAVAKOL, K.; RASANANI, M. H.; *et al.* Phase III cardiac rehabilitation after CABG: Cobined aerobic and strenghtening exercise protocols. **International Journal of Therapy and Rehabilitaion.**, v.16, n. 8, p. 420-428, 2009.

MORRIS, P. E.; GOAD, A.; THOMPSON, C.; *et al.* Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. **Crit Care Med.**, v. 36, n.8, p. 2238-2243, 2008.

MOURA, H. V.; POMERANTZEFF, P. M.; GOMES, W. J. Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica na Circulação Extracorpórea: Papel das Interleucinas. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 16, n. 4, p. 376-387, 2001.

NEVES, M. C. R.; PALAMIM, C. V. C.; NONOSE, G. C. Fatores relacionados com ventilação mecânica prolongada em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 30, n. 1, p. 68–73, 2020.

OLIVEIRA, G. M. M.; BRANT, L. C. C.; POLANCZYK, C. A.; *et al.* Estatística Cardiovascular – Brasil 2023. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 121, n. 2, p. e20240079, 2024.

SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. **Frontiers in public health**, v. 5, p. 258, 2017.

SILVA, B. L.; SILVA, R. R.; REIS, H. V.; *et al.* Cardiovascular Physiotherapy on Respiratory Sinus Arrhythmia of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 36, n. 3, 2021.

SIDDIQUI, M. M. A.; PARAS, I; JALAL, A. Risk factors of prolonged mechanical ventilation following open heart surgery: what has changed over the last decade? **Cardiovasc Diagn Ther**, v. 2, n. 3, p. 192-199, 2012.

SOARES, G. M. T.; FERREIRA, D. C. S.; GONÇALVES, M. P. C.; *et al.* Prevalência das principais complicações pós-operatórias em cirurgias cardíacas. **Rev Bras Cardiol**, v. 24, n. 3, p. 139-146, 2011.

STEIN, P. K.; DOMITROVICH, P. P.; KLEIGER, R. E. Including patients with diabetes mellitus or coronary artery bypass grafting decreases the association between heart rate variability and mortality after myocardial infarction. **American heart journal**, v. 147, n. 2, p. 309-316, 2004.

VADUGANATHAN, M.; MENSAH, G. A.; TURCO, J. V.; *et al.* The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 80, n. 25, p.2361–2371, 2022.

VANDERLEI, L. C. M.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205–217, 2009.

TAYLOR, R.; WALKER, S.; SMART, N. A. *et al.* Impact of Exercise Rehabilitation on Exercise Capacity and Quality-of-Life in Heart Failure: Individual Participant Meta-Analysis. **J Am Coll Cardiol.**, v.73, n. 2, p. 430-433, 2019.

THANH, N. V.; HIEN, N. S.; SON, P. N.; *et al.* Pattern Changes in the Heart Rate Variability of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting Surgery. **Cardiology Research and Practice**, v. 2022, p. 1–8, 2022.

VÁSQUEZ-REVILLA, H. R.; REVILLA-RODRÍGUEZ, E.; TERRAZAS-LUNA, V. Complicaciones pulmonares tempranas en pacientes operados de cirugía cardíaca. **Medicina Crítica**, v. 34, n. 5, p. 279–282, 2020.

WANG, Z.; PENG, X.; LI, K. Effects of combined aerobic and resistance training in patients with heart failure: A meta-analysis of randomized, controlled trials. **Nurs Health Sci.**, v. 2, n. 21, p. 110-118, 2019.

WINKELMANN, E. R.; DALLAZEN, F.; BRONZATTI, A. B.; *et al.* Analysis of steps adapted protocol in cardiac rehabilitation in the hospital phase. *Rev Bras Circ Cardiovasc.*, v.30, n. 1, p. 40-48, 2015.

WOLF, M. M.; VARIGOS, G. A.; HUNT, D.; *et al.* Sinus Arrhythmia in Acute Myocardial Infarction. **Medical Journal of Australia**, v. 2, n. 2, p. 52–53, 1978.

APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).



PPGEF
Programa de Pós-Graduação
em Educação Física - UFMA



O (a) Sr.(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa: **avaliação do impacto do exercício combinado na variabilidade da frequência cardíaca de pacientes em pós operatório de cirurgia cardíaca**, cuja pesquisadora responsável é Lara Susan Silva Lima. *Objetivo do estudo:* avaliar o impacto do exercício combinado na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Caso aceite a participação, serão coletados os dados pessoais, sociodemográficos, quadro clínico e comorbidades, aplicação do questionário de atividade física basal de Baecke, qualidade de vida e serão submetidos ao exame de eletrocardiograma para verificar a variabilidade da frequência cardíaca, realizar os testes de sentar e levantar (STS) e o teste cronometrado (TUG) com intuito de verificar a capacidade funcional dos participantes e por fim, o teste de força de preensão palmar através do aparelho dinamômetro e coleta dos exames laboratoriais e os valores dos biomarcadores inflamatórios.

Toda pesquisa com seres humanos envolve **riscos** aos participantes. Nesta pesquisa os riscos para os pacientes submetidos à cirurgia cardíaca são o cansaço, cefaleia, enjoo, tonturas, falta de ar, fadiga muscular intensa, câimbras e qualquer outro sintoma limitante. A entrevista será realizada em um local reservado e você terá total liberdade para não permitir a participação do seu acompanhante.

Para a coleta dos dados os participantes serão selecionados de modo aleatório e convidados a participar do estudo, para quatro momentos analisados em 2 grupos: grupo controle (pré e pós sem intervenção) e grupo intervenção com exercício aeróbio e exercício resistido (pré e pós com intervenção).

Ao responder os questionários durante o horário e dia das sessões, não haverá ressarcimento financeiro, pois a presença no local faz parte da rotina do hospital. Caso seja necessário convocá-lo(a) fora dos seus dias e horários de sessões no local, será feito ressarcimento do transporte e alimentação para participar da pesquisa. Esse valor será referente a ida e volta do seu transporte usual e alimentação usual realizada, paga em dinheiro pela pesquisadora responsável.

Retirada do Consentimento: o participante tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

Garantia do Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica. **O nome não será divulgado** em nenhuma das fases.

Benefícios aos participantes: o paciente será avaliado quanto os aspectos de saúde, treinamento físico, Variabilidade da frequência cardíaca (resposta do coração após cirurgia), Capacidade funcional, Força muscular de preensão manual; avaliações sobre a qualidade de vida.

A avaliação dos resultados pode fornecer subsídios para a implementação de políticas públicas de saúde à população brasileira. Se julgar necessário, o(a) Sr.(a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida. O Sr.(a) irá ficar com uma cópia desse termo de consentimento livre e esclarecido.

O(A) Sr.(a) pode entrar em contato a qualquer momento para informações adicionais com a pesquisadora responsável: Lara Susan Silva Lima, contato para ligação e WhatsApp: (86) 9969-8999 e e-mail: fisiolara@outlook.com. Este documento (TCLE) será elaborado em duas páginas, e assinadas ao seu término pelo(a) Sr.(a), e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Li e concordo em participar da pesquisa.

Nome do Paciente: _____ RG: _____
Telefones para contato: _____ Cidade _____
E-mail: _____

As Informações contidas neste termo foram fornecidas pela pesquisadora Lara Susan Silva Lima, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

São Luís, ____/____/____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE 2. Ficha de avaliação utilizada no presente estudo.

DADOS PESSOAIS

Nome: _____ Data de nasc: ___/___/___

Endereço: _____

Telefone: _____ Celular: _____

Idade: _____ Profissão: _____ Email: _____

Em caso de emergência: _____ Contato: _____

ANAMNESE

HISTÓRICO ATUAL

Tipo de cirurgia: _____

Tempo de CEC: _____ Tempo de anoxia: _____

Data da cirurgia: _____ Dia de extubação: _____

Tempo de ventilação mecânica: _____

HISTÓRICO PESSOAL

Tratamento médico atual: _____

Hipertensão Arterial () Sim () Não

Diabetes () Sim () Não

Cardiopatía () Sim () Não

C.A. () Sim () Não

Cirurgias: _____

Lesão osteo-mio-articulares: _____

Alergias: _____

Faz uso de algum medicamento? () Sim () Não Qual (is): _____

Fumante: () Sim () Não

Ex-fumante: () Sim () Não

Prática de Atividade Física: () Sim () Não

Qual: _____

Tempo: _____ Frequência: _____

HISTÓRICO FAMILIAR

Antecedentes Familiares (Diabetes, Cardiopatias, Hipercolesterolemia, Hipo/Hipertensão, Obesidade, AVC, Problemas Circulatórios): _____

SF-36: _____

QUESTIONÁRIO DE BAECKE: _____

FORÇA DE PREENSÃO MANUAL

Dados	1ª Avaliação	2ª Avaliação
FPM – D		
FPM – E		

TESTE DE SENTAR E LEVANTAR

Dados	1ª Avaliação	2ª Avaliação
Tempo (s)		

TIMED UP AND GO (TUG)

Dados	1ª Avaliação	2ª Avaliação
Tempo (s)		

MARCADORES BIOQUÍMICOS E INFLAMATÓRIOS

Dados	1ª Avaliação	2ª Avaliação
Fósforo		
Potássio		
Hemoglobina		
Hematócrito (%)		
PCR		

ANEXO 1. Comprovante de aprovação no comitê de ética em pesquisa.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO EXERCÍCIO COMBINADO NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE PACIENTES EM PÓS OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

Pesquisador: DANIELLE DA SILVA DIAS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 71598923.1.0000.5087

Instituição Proponente: Programa de Pós Graduação em Educação Física - PPGEF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.480.089

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, onde serão selecionados pacientes em pós operatório de cirurgia cardíaca da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Dr. Carlos Maciel de São Luís – MA. Estes serão divididos em grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC) e, posteriormente submetidos à avaliação inicial que consta de anamnese e questionários referentes a qualidade de vida, avaliação física composta por teste de sentar e levantar, dinamometria. Serão realizadas as dosagens dos biomarcadores inflamatórios e de variabilidade da frequência cardíaca. O programa de exercícios terá duração de quatro semanas com duração de 30 minutos. Ao término do programa os pacientes serão reavaliados. Para análise dos dados serão consideradas, mediana, média e desvio padrão das variáveis analisadas.

Objetivo da Pesquisa:

- Avaliar o impacto do exercício combinado na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.
- Descrever e as principais características socioeconômicas e clínicas de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho Cidade Universitária Dom Delgado
Bairro: Bacanga **CEP:** 65.080-805
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)3272-8708 **E-mail:** cepufma@ufma.br

• Avaliar o efeito de 4 semanas de exercício (aeróbico e resistido) supervisionado, sobre a: a) Variabilidade da frequência cardíaca; b) Capacidade funcional; c) Força muscular de preensão manual; d) Qualidade de vida e; e) Variáveis bioquímicas

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Como riscos na pesquisa podemos destacar o constrangimento no compartilhamento de informações pessoais, e que tenha receio do vazamento dessas informações, contudo ressaltamos que todas as medidas serão aferidas por profissionais e pessoal devidamente treinado e capacitado para tal, sendo mantido o sigilo das informações confidenciais e quando divulgadas em publicações científicas estas terão omitidos os nomes de identificação do paciente.

Benefícios: o paciente será avaliado quanto os aspectos de saúde, treinamento físico, Variabilidade da frequência cardíaca (resposta do coração após cirurgia) Capacidade funcional, Força muscular de preensão manual; avaliações sobre a qualidade de vida.

A avaliação dos resultados podem fornecer subsídios para a implementação de políticas públicas de saúde à população brasileira.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- O estudo apresenta a hipótese de que o programa de exercícios físicos combinados aumentará a predominância vagal, melhorarão a qualidade de sono, capacidade funcional, ansiedade, depressão, reduzindo os riscos cardiovasculares;

- Representa uma investigação pertinente considerando que as doenças cardiovasculares (DCV), incluindo o infarto do miocárdio (IAM) são a principal causa de morte no mundo representando 80% das mortes e 88% das mortes prematuras em países de baixa e média renda. A avaliação da modulação autonômica cardíaca é realizada através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que representa a habilidade do coração de responder a estímulos fisiológicos, dentre eles, o exercício físico. Portanto, estudos dessa natureza podem embasar intervenções terapêuticas e melhora de prognóstico nesses pacientes, além de possibilitar subsídios para novas e adequadas políticas públicas de saúde à população brasileira.

- Como resultados esperados, a pesquisa aponta para o programa de exercícios combinados atuando de forma relevante na prevenção e retardo de complicações envolvendo pacientes em pós operatório de cirurgia cardíaca.

- A amostra será formada por todos os pacientes em pós operatório de cirurgia cardíaca, no Hospital Carlos Macieira, São Luís, Maranhão, que atenderem aos critérios de inclusão: pacientes

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho Cidade Universitária Dom Delgado
Bairro: Bacanga CEP: 65.080-805
UF: MA Município: SAO LUIS
Telefone: (98)3272-8708 E-mail: cepufma@ufma.br

adultos em pós operatório de cirurgia cardíaca da Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular do Hospital Dr. Carlos

Macieira, maiores de 18 anos e menores de 70 anos, de ambos os sexos, que se encontrem no primeiro dia de pós operatório e que tenham capacidade cognitiva de entender o processo da pesquisa, mediante assinatura do TCLE.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE e a declaração da instituição coparticipante de pesquisa (Hospital Carlos Macieira) encontram-se em consonância com as Resoluções nº. 466/2012 e nº. 510/2016.

Recomendações:

É necessário apenas corrigir um erro de digitação no TCLE - o termo "CONTIMENTO", substituindo por "DE CONSENTIMENTO" no texto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Salvo melhor juízo, considera-se o projeto adequado às normas do CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2149034.pdf	23/07/2023 18:28:46		Aceito
Outros	declaracao.pdf	23/07/2023 18:28:25	LARA SUSAN SILVA LIMA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	06/06/2023 18:38:47	DANIELLE DA SILVA DIAS	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	06/06/2023 18:38:08	DANIELLE DA SILVA DIAS	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_platbrasil_assinado.pdf	29/05/2023 17:48:17	DANIELLE DA SILVA DIAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPPGEFUFMA_PB.pdf	29/05/2023 16:55:39	DANIELLE DA SILVA DIAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PlataformaBrasil.pdf	29/05/2023 16:21:24	DANIELLE DA SILVA DIAS	Aceito

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho Cidade Universitária Dom Delgado
Bairro: Bacanga **CEP:** 65.080-805
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)3272-8708 **E-mail:** cepufma@ufma.br

Página 03 de 04

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO LUIS, 01 de Novembro de 2023

Assinado por:
Emanuel Péricles Salvador
(Coordenador(a))

ANEXO 2. Questionário de qualidade de vida - SF-36

1- EM GERAL VOCÊ DIRIA QUE SUA SAÚDE É:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- COMPARADA HÁ UM ANO ATRÁS, COMO VOCÊ SE CLASSIFICARIA SUA IDADE EM GERAL, AGORA?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- OS SEGUINTE ITENS SÃO SOBRE ATIVIDADES QUE VOCÊ PODERIA FAZER ATUALMENTE DURANTE UM DIA COMUM. DEVIDO À SUA SAÚDE, VOCÊ TERIA DIFICULDADE PARA FAZER ESTAS ATIVIDADES? NESTE CASO, QUANDO?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3

i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- DURANTE AS ÚLTIMAS 4 SEMANAS, VOCÊ TEVE ALGUM DOS SEGUINTE PROBLEMAS COM SEU TRABALHO OU COM ALGUMA ATIVIDADE REGULAR, COMO CONSEQÜÊNCIA DE SUA SAÚDE FÍSICA?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- DURANTE AS ÚLTIMAS 4 SEMANAS, VOCÊ TEVE ALGUM DOS SEGUINTE PROBLEMAS COM SEU TRABALHO OU OUTRA ATIVIDADE REGULAR DIÁRIA, COMO CONSEQÜÊNCIA DE ALGUM PROBLEMA EMOCIONAL (COMO SE SENTIR DEPRIMIDO OU ANSIOSO)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- DURANTE AS ÚLTIMAS 4 SEMANAS, DE QUE MANEIRA SUA SAÚDE FÍSICA OU PROBLEMAS EMOCIONAIS INTERFERIRAM NAS SUAS ATIVIDADES SOCIAIS NORMAIS, EM RELAÇÃO À FAMÍLIA, AMIGOS OU EM GRUPO?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- QUANTA DOR NO CORPO VOCÊ TEVE DURANTE AS ÚLTIMAS 4 SEMANAS?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- DURANTE AS ÚLTIMAS 4 SEMANAS, QUANTO A DOR INTERFERIU COM SEU TRABALHO NORMAL (INCLUINDO O TRABALHO DENTRO DE CASA)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- ESTAS QUESTÕES SÃO SOBRE COMO VOCÊ SE SENTE E COMO TUDO TEM ACONTECIDO COM VOCÊ DURANTE AS ÚLTIMAS 4 SEMANAS. PARA CADA QUESTÃO, POR FAVOR DÊ UMA RESPOSTA QUE MAIS SE APROXIME DE MANEIRA COMO VOCÊ SE SENTE, EM RELAÇÃO ÀS ÚLTIMAS 4 SEMANAS.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranquilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6

h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do Tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O QUANTO VERDADEIRO OU FALSO É CADA UMA DAS AFIRMAÇÕES PARA VOCÊ?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

ANEXO 3. Escala de BORG modificada e OMNI-RES

ESCALA DE BORG MODIFICADA	
0	NADA CANSADO
1	MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	MODERAMENTE DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	DIFÍCIL
7	MUITO DIFÍCIL
8	MUITO DIFÍCIL
9	MUITO, MUITO, DIFÍCIL
10	MAXIMO: NÃO AGUENTO MAIS

