



ESCOLA BAHIANA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA E SAÚDE HUMANA

PATRICIA ALCÂNTARA DOVAL DE CARVALHO VIANA

**RECUPERAÇÃO DA CAPACIDADE FÍSICA APÓS INSULTO DA CIRURGIA
CARDÍACA: ESTRATÉGIAS E DETERMINANTES**

TESE DE DOUTORADO

Salvador-Bahia

2019

PATRICIA ALCÂNTARA DOVAL DE CARVALHO VIANA

**RECUPERAÇÃO DA CAPACIDADE FÍSICA APÓS INSULTO DA CIRURGIA
CARDÍACA: ESTRATÉGIAS E DETERMINANTES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Medicina e Saúde Humana da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública como requisito parcial para obtenção do Título de Doutora em Medicina e Saúde Humana.

Orientador: Prof. Dr. Luís Cláudio Correia

Salvador-Bahia

2019

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas

V614 Viana, Patrícia Alcântara Doval de Carvalho
Recuperação da capacidade física após insulto da cirurgia cardíaca: estratégias e determinantes. / Patrícia Alcântara Doval de Carvalho. – 2019.
126f.: il. Color; 30cm.

Orientador: Prof. Dr. Luís Cláudio Correia

Doutora em Medicina e Saúde Humana.

Inclui bibliografia

1. Reabilitação. 2. Terapia por exercício. 3. Cuidados críticos. 4. Mobilização precoce.
I. Título.

CDU: 616.12

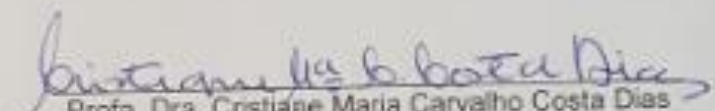
PATRÍCIA ALCÂNTARA DOVAL DE CARVALHO VIANA


"RECUPERAÇÃO DA CAPACIDADE FÍSICA APÓS INSULTO DA
CIRURGIA CARDÍACA: ESTRATÉGIAS E DETERMINANTES"

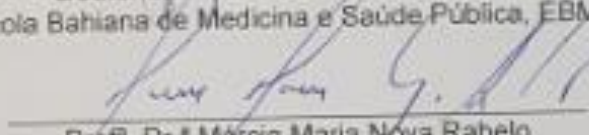
Tese apresentada à Escola
Bahiana de Medicina e Saúde
Pública, como requisito parcial para
a obtenção do Título de Doutora em
Medicina e Saúde Humana.

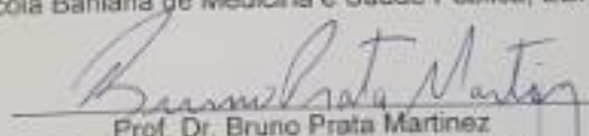
Salvador, 26 de novembro de 2018.

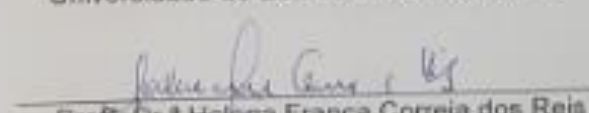
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Cristiane Maria Carvalho Costa Dias
Doutora em Medicina e Saúde Humana
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, EBMSP


Prof. Dr. Jefferson Petto
Doutor em Medicina e Saúde Humana
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, EBMSP


Prof. Dr. Márcia Maria Noya Rabelo
Doutora em Medicina e Saúde Humana
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, EBMSP


Prof. Dr. Bruno Prata Martinez
Doutor em Medicina e Saúde Humana
Universidade do Estado da Bahia, UNEB


Prof. Dr. Helena França Correia dos Reis
Doutora em Medicina e Saúde Humana
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP

Hospital Santa Izabel – HSI

Dedico este trabalho a todos os colegas e professores da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, que formaram a profissional que sou hoje. À todos os alunos que me impulsionam e acreditam que o conhecimento é nosso bem maior. À minha família, ofereço este trabalho em memória de entes queridos que me guiaram ao sucesso e sempre confiaram em minha capacidade.

AGRADECIMENTOS

1. Ao Professor Luis Cláudio Lemos Correia, meu orientador, a quem agradeço a confiança e os estímulos científico e intelectual constantes.
2. À Fisioterapeuta Gleide Glícia Lordello por todo o apoio desde a idéia original até as constantes discussões sobre os desfechos desta pesquisa.
3. À toda equipe fisioterapia do Hospital Santa Izabel, principalmente á suas Coordenadoras Verusca Ferreira e Sandra Oliveira por terem acreditado na avaliação da mobilização precoce no pós-operatório de cirurgia cardíaca.
4. Aos fisioterapeutas Gabriela Rosier, Genecarlos, Marcela Moura, Larissa Correia, Luis Fernando e Luana Poute, bem como os residentes Erica, Pedro e Jammile que estiveram ao meu lado no atendimento e acompanhamento de todos os pacientes bem como na orientação aos alunos que participaram do projeto.
5. Aos alunos Juliana Martini, Larissa Souza, Milena Correia, Nara Bonfim, Carol, Isabele e Luiza da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública que participaram ininterruptamente da coleta de dados e pela constante discussão dos temas correlatos.
6. Ao Fisioterapeuta Jefferson Petto pelo auxílio na construção do artigo e pelas valiosas contribuições.
7. Às colegas Cristina Brasil e Amanda Lemos pelos constantes apoios na análise dos dados e redação final da tese. Pela atenção aos momentos de maior aperto para construção deste material.
8. Professor Dr. Gilson Soares Feitosa, com quem tenho o privilégio de trabalhar e estar em contínuo aprendizado. Agradeço pelas contribuições ao artigo e pelo constante encorajamento à atualização científica. À Carla Fonseca pelos apoios em todos os projetos e cuidados cotidiano.

9. À Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, que me propiciou a aquisição de todas as habilidade e competências para a construção dessa tese através da experiente equipe de docentes do curso de Pós-graduação de Medicina e Saúde Humana.

Qualquer pessoa que tenha experiência com o trabalho científico sabe que aqueles que se recusam a ir além dos fatos raramente chegam aos fatos em si.

Thomas Huxley

RESUMO

Fundamento: A mobilidade é um fator fundamental para a recuperação funcional dos pacientes após a cirurgia cardíaca. Com o objetivo de promover o retorno mais rápido para as atividades laborais e sociais do paciente e reduzir o período de internação tem-se estimulado precocemente a mobilização e a saída do leito. No entanto, a compreensão sobre os fatores que influenciam nessa mobilidade e a comprovação de intervenções que implementem o desempenho físico logo após o procedimento operatório ainda são escassas. **Objetivos:** **objetivo (1)** explorar a hipótese de que a utilização de cicloergômetro na fisioterapia incrementa o desempenho físico de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, durante a mobilização precoce em UTI; **objetivo (2)** descrever a resposta hemodinâmica ao estresse gravitacional em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca; **objetivo (3)** identificar potenciais determinantes de recuperação da mobilidade física em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. **Métodos:** **Objetivo (1)** ensaio clínico randomizado envolvendo pacientes submetidos a cirurgia cardíaca valvar e/ou revascularização miocárdica no período de junho a dezembro de 2016. Foram excluídos pacientes em ventilação mecânica acima de 12h, com Hb ≤ 8 mg/dl ou com instabilidade hemodinâmica. Após a cirurgia, os pacientes foram randomizados em dois grupos: grupo cicloergômetro e grupo controle. Ambos os grupos foram envolvidos na análise da resposta incremental do cicloergômetro, onde o mesmo foi empregado, sem imposição de carga, em membros superiores e inferiores, enquanto os pacientes permaneciam na unidade de terapia intensiva (UTI). O desempenho físico foi avaliado pela velocidade de marcha, obtida após a alta da UTI, mensurada por um avaliador cego. **Objetivos (2 e 3)** para atender os objetivos descritivos de identificar os determinantes da mobilidade (através do número de passos) e da resposta hemodinâmica ao estresse gravitacional foram analisadas as respostas dos pacientes do grupo controle, onde foi aplicado o tratamento usual (exercício ativo assistido). Em se considerando este um estudo exploratório e preliminar, como forma de otimizar a potencial geração de hipótese para eficácia, optou-se pela análise por protocolo, excluindo os pacientes que não completaram os exercícios. **Resultados:** duzentos e doze pacientes foram randomizados, no entanto 23 foram excluídos e não foram avaliados para os desfechos (análise por protocolo), sendo, por fim comparado, 87 pacientes no grupo cicloergômetro e 102 no grupo controle. Em relação ao **objetivo (1):** a medida de velocidade de marcha não apresentou diferença entre os grupos ($0,44 \pm 0,23$ versus $0,47 \pm 0,21$ m/s; $p = 0,34$). Os resultados do **objetivo (2)** mostraram que alterações mínimas foram encontradas nas frequências cardíaca (de $85,8 \pm 12,7$ bpm, para $92,7 \pm 15,5$ bpm; $p \leq 0,001$) e respiratória (de $18,3 \pm 4,7$ ipm, para $20,3 \pm 4,4$ ipm, com $p=0,02$), quando analisado seus valores de variação de decúbito dorsal para sedestação e ortostase. As demais variáveis não tiveram mudança. Para **objetivo (3)** a mediana do número de passos foi de 738 (185 – 1557) passos nos três dias antes da alta, sendo maior entre os homens 478 (134 – 841) passos versus 946 (235,25 – 1733), $p=0,04$ além de apresentar correlação inversa com o tempo de internamento na terapia intensiva ($r = -0,3 / p = 0,02$). **Conclusão:** o ensaio clínico de caráter exploratório não sugere que o cicloergômetro incrementa a eficácia da fisioterapia na recuperação do desempenho físico de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca; a sedestação e ortostase não promovem estresse hemodinâmico durante fisioterapia realizada em UTI; e, o pós operatório prolongado em terapia intensiva é fator negativo, enquanto sexo masculino parece favorecer a recuperação funcional de pacientes submetidos ao insulto de cirurgia cardíaca.

Palavras-chave: Cuidados críticos. Mobilização precoce. Reabilitação. Terapia por exercício.

ABSTRACT

Background: the mobility is a fundamental factor for the functional recovery of the patients after cardiac surgery. In the order to promote faster return to the patient's work and social activities and to reduce the period of hospitalization, mobilization and exiting the bed have been stimulated early. However, the understanding of the factors influencing this mobility and the confirmation of interventions that implement the physical performance soon after the operative procedure there are scarce. **Objectives:** **objective (1)** to explore the hypothesis that the use of active cycle ergometer in the physiotherapy increases the performance of patients undergoing cardiac surgery during early mobilization in UTI; **objective (2)** to describe the hemodynamic response to gravitational stress in patients undergoing cardiac surgery; **objective (3)** to identify potential determinants of physical mobility recovery in patients undergoing cardiac surgery. **Methods:** **objective (1)** randomized clinical trial with patients undergoing valvar cardiac surgery and/or coronary artery bypass grafting in the period from June to December 2016. Patients on mechanical ventilation above 12h, with $Hb \leq 8$ mg/dL or hemodynamic instability were excluded. After surgery, the patients were randomized in two groups: to exercise with cycle ergometer or usual treatment (active assisted exercise). Both groups were involved in the analysis of the incremental response of the cycle, where it was used, without imposition of load on upper and lower limbs, during the stay in the ICU. The physical performance was evaluated as gait speed, after UCI discharge, measured by a blind evaluator. **Objectives (2 e 3)** to meet the descriptive objectives of identifying the determinants of mobility (through gait speed) and the hemodynamic response to gravitational stress, only the response of patients in the control group were analysed, in which the usual treatment (active assisted exercise). Considering this study as exploratory and preliminary, as a way to optimize the potential generation of hypothesis for efficacy, we opted for analysis by protocol, excluding patients who did not complete the exercises. **Results:** two hundred and twelve patients were randomized; however, 23 were excluded and were not evaluated for the outcome; finally, 87 patients were compared in the cycle group and 102 in the control group. In relation to **objective (1)**, the gait speed measurement showed no difference between groups. The results of **objective (2)** showed that minimal changes were found in cardiac frequencies (from $85,8 \pm 12,7$ bpm to $92,7 \pm 15,5$ bpm; $p \leq 0,01$) and respiratory (from $18,3 \pm 4,7$ ipm to $20,3 \pm 4,4$ ipm, $p=0,02$), when analysing their values of variation of dorsal decubitus for sitting and standing. The other variables did not change. For **objective (3)** the median number of steps was 738 (185 – 1557) steps in the three days before the discharge, being higher among men (478(134 – 841) steps *versus* 946(235,25 – 1733), $p=0,04$) besides presenting an inverse correlation with the length of stay in intensive care ($r = -0,3 / p = 0,02$). **Conclusion:** the clinical trial of exploratory nature does not suggest that the cycle ergometer increases the effectiveness of physiotherapy in the recovery of physical performance of patients undergoing cardiac surgery; sitting and standing do not promote hemodynamic stress during physiotherapy in UTI; and, the prolonged postoperative period in intensive care is a negative factor, whereas the male sex seems to favor functional recovery of patients submitted to the insult of cardiac surgery.

Keywords: Critical care. Early mobility. Rehabilitation. Exercise therapy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Medidas de velocidade de marcha obtidas em diferentes populações.....	26
Figura 2 - Diagrama sobre o uso do pedômetro pelos pacientes no pós operatorio de cirurgia cardíaca.....	41
Figura 3 - Randomização dos pacientes em cada tipo de cirurgia	41
Figura 4 - Fluxograma da distribuição dos pacientes selecionados durante o estudo	48
Figura 5 - Fluxograma da distribuição dos pacientes durante o estudo, segundo CONSORT 2010 para ensios clínicos não farmacológicos.	51
Figura 6 - Comparação da velocidade de marcha entre os grupos	53
Figura 7 - Fluxograma de pacientes inclusos para a avaliação de estresse gravitacional	55
Figura 8 - Fluxograma de pacientes inclusos para a avaliação do número de passos	57
Figura 9 - Comparação de medianas entre os dias de utilização do pedômetro dos indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca	59
Figura 10 - Correlação entre tempo de UTI e número de passos dos indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca.	60
Quadro 1 - Descritivo de protocolos de exercícios designados para ambos os grupos na UCV e na unidade de internação.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados sumarizados de estudos usando cicloergômetro para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.	37
Tabela 2 - Perfil antropométrico e clínico dos pacientes do grupo controle e cicloergômetro antes da intervenção.....	49
Tabela 3 - Comorbidades dos pacientes no período anterior à cirurgia cardíaca (n, %)	50
Tabela 4 - Variação das medidas hemodinâmicas e metabólicas antes e após todas as sessões nos dois grupos	52
Tabela 5 - Variação das medidas hemodinâmicas e metabólicas entre os grupos.....	53
Tabela 6 - Comparação do tempo de internamento e em UCV entre os grupos	54
Tabela 7 - Comparação da velocidade de marcha entre indivíduos ativos e sedentários e homens e mulheres de cada grupo	54
Tabela 8 - Características clínicas e cirúrgicas de 83 indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca, submetidos ao estresse gravitacional.....	56
Tabela 9 - Comportamento das variáveis hemodinâmicas e respiratórias durante o estresse gravitacional de 83 indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca.....	57
Tabela 10 - Dados clínicos e pós-cirúrgicos dos indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca.....	58
Tabela 11 - Comparação de medianas do número de passos entre sexo, tipo de cirurgia e nível de atividade física em indivíduos no pós operatório de cirurgia cardíaca.....	59
Tabela 12 - Correlação entre idade, IMC, tempo de VM, dreno, restrição ao leito e número de passos em indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVC	Acidente vascular cerebral
AVD	Atividade de vida diária
AF	Atividade física
CEC	Circulação extra corpórea
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CONSORT	<i>Standards Consolidated of Reporting Trials</i>
CV	Cirurgia valvar
DPO	Dia pós operatório
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EG	Estresse gravitacional
EAV	Escala de avaliação visual de dor
FE	Fração de ejeção
FC	Frequência cardíaca
FCM	Frequência cardíaca máxima
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
FR	Frequência respiratória
GC	Grupo controle
GCi	Grupo cicloergômetro
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
IMC	Índice de massa corpórea
IPAQ	Questionário internacional de atividade física
IQ	Intervalo interquartil
MET	Equivalente metabólico
MMII	Membros inferiores
MMSS	Membros superiores
MP	Mobilização precoce
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica
RASS	A escala de agitação e sedação de Richmond
RC	Reabilitação cardíaca
RM	Revascularização miocárdica
SF-36	<i>Short-Form Health Survey</i>

SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
SpO ₂	Saturação de oxigênio
STS	<i>Society of Thoracic Surgeons</i>
TC6	Teste de caminhada de 6 minutos
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TE	Teste de esforço
TI	Terapia intensiva
TUG	<i>Timed up and go</i>
UTI	Unidade de terapia Intensiva
UCV	Unidade Cardiovascular
VM	Ventilação mecânica
VMa	Velocidade de marcha
VO ₂	Consumo de oxigênio

LISTA DE SÍMBOLOS / UNIDADES

Kgm – Kilograma metro

m/s – metros por segundo

rpm – rotações por minuto

mg/dl – miligrama por decilitro

m.mol/l – milimol por litro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	20
2.1	Geral	20
2.2	Objetivo Específico Primário (Objetivo 1)	20
2.3	Objetivos Específicos Secundários	20
3	REVISÃO DA LITERATURA	21
3.1	A Importância do Problema: A redução da Mobilidade após Cirurgia Cardíaca	21
3.2	A mensuração da Atividade Física livre após a Cirurgia Cardíaca	22
3.3	“Velocidade de Marcha”: significado Biológico e Clínico	24
3.4	A Mobilização Precoce na Reabilitação após Cirurgia Cardíaca	27
3.5	O Estresse Gravitacional: uma Etapa Importante para a Reabilitação Cardíaca	29
3.6	Fisioterapia com Cicloergômetro : o que é, como e por que	31
3.7	Evidências prévias à Respeito do Cicloergômetro em Reabilitação Cardíaca na Fase Hospitalar	34
4	MÉTODOS	38
4.1	Desenho do estudo	38
4.2	Características do local de estudo	38
4.3	Coleta de dados	38
4.4	População de estudo	38
4.4.1	População alvo.....	38
4.4.2	População acessível.....	38
4.5	Seleção da População	39
4.5.1	Critérios de inclusão.....	39
4.5.2	Critérios de exclusão.....	39
4.6	Descrição dos métodos para avaliação de determinantes da capacidade física após protocolo de fisioterapia habitual durante a fase hospitalar da Reabilitação Cardíaca	39
4.6.1	Variáveis Cardiorrespiratórias durante o Estresse Gravitacional (método e desfecho do objetivo 2).....	40
4.6.2	Atividade Física Livre através do Número de Passos (método e desfecho do objetivo 3).....	40
4.7	Descrição dos métodos para avaliação da capacidade física do protocolo de fisioterapia habitual em comparação à utilização do cicloergômetro durante a fase hospitalar da Reabilitação Cardíaca (método e desfecho do objetivo1)	41
4.7.1	Randomização.....	41
4.7.2	Monitorização durante a coleta.....	42
4.7.3	Intervenções.....	43
4.7.4	Medida da velocidade de marcha (desfecho do objetivo 1).....	44
4.8	Dados Adicionais	45

4.8.1	Informações sociodemográficas, clínicas e cirúrgicas.....	45
4.8.2	Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ).....	45
4.9	Análise Estatística.....	45
4.9.1	Análise Estatística - Objetivo 1.....	46
4.9.2	Análise Estatística - Objetivo 2.....	46
4.9.3	Análise Estatística - Objetivo 3.....	47
4.10	Considerações éticas.....	47
5	RESULTADOS.....	48
5.1	Características da Amostra.....	48
5.2	Resultados do Objetivo Específico Primário (Objetivo 1).....	50
5.3	Resultados do Objetivo Específico Secundário (Objetivo 2)	54
5.4	Resultados do Objetivo Específico Secundário (Objetivo 3)	57
6	DISCUSSÃO.....	61
6.1	Desempenho físico após intervenção do cicloergômetro	61
6.2	Comportamento das Variáveis Cardiorrespiratórias durante o Estresse Gravitacional.	64
6.3	Determinantes da Atividade Física Livre em Pacientes Submetidos a Cirurgia Cardíaca.	66
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
8	CONCLUSÃO.....	70
8.1	Conclusão primária	70
8.2	Conclusões secundárias	70
9	RELATO DE EXPERIENCIA DO DOUTORADO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	73
	APÊNDICES.....	85
	ANEXOS.....	93

1 INTRODUÇÃO

Pacientes submetidos a cirurgia cardíaca apresentam redução da sua capacidade funcional durante a permanência hospitalar. Apesar de toda a modernização e avanços tecnológicos promoverem um tempo de internação cada vez menor, a cirurgia cardíaca é um procedimento invasivo, com alta prevalência de complicações pós-operatórias, tais como sangramento, infecção no sítio cirúrgico, insuficiência renal, complicações gastrointestinais, tempo de CEC elevada e dor, gerando uma restrição prolongada ao leito, o que favorece a redução da funcionalidade com conseqüente redução da produtividade para a sociedade⁽¹⁾. Um estudo revela que embora a disfunção pulmonar seja comum no período pós-operatório, os distúrbios musculoesqueléticos são sub diagnosticados após cirurgia cardíaca, com incidência entre 40% e 80%⁽²⁾. No momento da alta hospitalar, os pacientes apresentam cerca de 90% da capacidade funcional que tinham antes da cirurgia, o que ainda se prolonga até 1 ano para obtenção dessa recuperação física, associado a uma perda de massa magra de 5% em membros superiores e inferiores⁽³⁾.

A Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular, em 2014, especifica que nos casos de cirurgias cardíacas, um programa de exercícios de respiração, alongamentos e movimentação progressiva, após a cirurgia, proporciona uma redução significativa das complicações respiratórias, arritmias e a duração da permanência hospitalar⁽⁴⁾. No entanto, o aperfeiçoamento dos cuidados aos pacientes de cirurgia cardíaca também implicou na redução das complicações pulmonares, provocando a mudança no foco do alvo terapêutico de técnicas respiratórias para a prescrição de exercícios supervisionados⁽⁵⁾.

Nas 48 horas logo após a cirurgia cardíaca, o paciente apresenta um estado de intensa proteólise, por isso esse período é sugerido como alvo para intervenções para preservar a massa muscular esquelética⁽⁶⁾. A mobilização precoce após cirurgia cardíaca consiste na aplicação do exercício ou atividade física de forma gradual dentro de 72 horas após o término do procedimento cirúrgico¹ que promove múltiplos benefícios como: melhora na ventilação, força muscular, capacidade funcional e resposta autonômica⁽⁷⁻¹⁰⁾.

A precocidade da mobilização do paciente favorece a sua recuperação, sendo esta, realizada com a utilização de procedimentos terapêuticos (exercícios no leito, sedestação beira leito, transferência para a poltrona, ortostatismo e deambulação), configurando intervenções importantes para os pacientes⁽¹¹⁻¹³⁾. O simples fato de assumir a posição vertical ajuda a manter uma distribuição de fluídos adequada e inferiorização das vísceras abdominais. Por

essa razão é recomendado que o ortostatismo seja incluído no programa de mobilização precoce, a fim de minimizar os efeitos adversos da imobilidade e observar as respostas cardiorrespiratórias ao estresse gravitacional⁽¹⁴⁾.

Se por um lado é conhecido o benefício da introdução de exercício precoce nos cuidados pós operatórios, não há informação em consenso sobre o melhor tipo de mobilização ou seus efeitos sobre a recuperação física de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca^(10,15). Dentre os recursos físicos, que estimulam a mobilização precoce após cirurgia cardíaca, o cicloergômetro é relacionado como um equipamento cíclico estacionário que pode alterar o trabalho muscular⁽¹⁶⁾. O exercício com o cicloergômetro preserva a musculatura anterior da coxa da perda de massa durante imobilização prolongada⁽¹⁷⁾. Estudos em andamento trazem o cicloergômetro como recurso terapêutico para populações diversas, como o paciente crítico⁽¹⁸⁻²⁰⁾, ou para cardiologia⁽²¹⁾, destinado a evitar os efeitos deletérios da restrição ao leito.

Para avaliar um dos componentes da mobilidade após a cirurgia cardíaca, o desempenho físico, através da medida de velocidade de marcha, tem sido amplamente citado. A medida de velocidade de marcha (VMa) é o resultado de uma interação complexa de múltiplas estruturas e funções do corpo; controle postural⁽²²⁾, força dos membros inferiores^(23,24), capacidade funcional⁽²⁵⁾ e, portanto, os resultados podem então ser usados como alvos de intervenção ou motivos para encaminhamento para profissionais de saúde apropriados.

Na cardiologia, a velocidade de marcha constitui um importante preditor de mortalidade e riscos cardiovasculares sendo associado a medida de fragilidade⁽²⁶⁻²⁸⁾, com resultados similares ao teste de caminhada de seis minutos⁽²⁹⁾, e, apesar de grande número de evidências apoiar o uso da velocidade de marcha para população idosa, alguns estudos têm ampliado sua utilização para outras idades⁽³⁰⁻³²⁾.

Outra mensuração relacionada à mobilidade desses pacientes consiste na quantificação da atividade física livre, a qual expressa a mensuração de qualquer movimento corporal realizado pela musculatura esquelética, que leve a um gasto energético acima do repouso⁽³³⁾. Para essa mensuração, o pedômetro tem sido um recurso amplamente utilizado, tanto por sua praticidade quanto pela objetividade na obtenção dos dados. A observação do número de passos amplia o entendimento sobre a mobilidade uma vez que associa informações inerentes ao desempenho físico à intenção ou vontade do paciente em realizar essa atividade ao longo do dia.

Novas estratégias terapêuticas que possibilitem benefícios adicionais ao desempenho físico e à autonomia do paciente devem ser avaliadas ao mesmo tempo que minimizem o tempo de restrição ao leito dos pacientes admitidos na UTI. Dessa forma, na presente tese, estudamos o processo de recuperação da capacidade física do paciente submetido a cirurgia cardíaca, observando as respostas cardiorrespiratórias durante o primeiro momento de estresse gravitacional, depois foram analisados os fatores influenciadores à atividade física livre e, por fim, uma proposta de intervenção em um ensaio clínico randomizado, e as respostas de desempenho funcional acrescidas com o emprego do cicloergômetro nos momentos iniciais de reabilitação desta população.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Compreender o processo de recuperação da capacidade física de pacientes após insulto de cirurgia cardíaca, abordando condições intrínsecas do paciente e impacto de intervenções.

2.2 Objetivo Específico Primário (Objetivo 1)

Explorar a hipótese de que a utilização de cicloergômetro na fisioterapia incrementa o desempenho físico de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, durante a mobilização precoce em UTI.

2.3 Objetivos Específicos Secundários

(Objetivo 2) Descrever a resposta hemodinâmica ao estresse gravitacional em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

(Objetivo 3) Identificar potenciais determinantes da atividade física livre em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A Importância do Problema: A redução da Mobilidade após Cirurgia Cardíaca

Cardiopatas têm uma tendência a apresentar um declínio no desempenho de suas atividades de vida diária (AVD's) devido a uma redução da sua condição aeróbia e fraqueza muscular⁽³⁴⁾. Estas condições são agravadas quando estes pacientes são submetidos a procedimentos cirúrgicos, que apesar de ser uma opção eficaz, aumentando a expectativa de vida, podem promover declínio funcional e reduzir a capacidade funcional de exercício no pós-operatório imediato^(8,20,35).

Apesar das significativas melhorias nas técnicas cirúrgicas e, da cirurgia cardíaca ser uma opção eficaz, ela pode levar o indivíduo a uma série de complicações clínicas e funcionais peri e pós-operatórias. As complicações pós-operatórias são frequentes e determinantes do tempo de internação hospitalar e da recuperação funcional⁽²⁰⁾. Em um estudo com 204 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, 58% tiveram complicações pós-operatórias, principalmente pulmonares (31%), cardíacas (16%) e neurológicas (14%)⁽³⁶⁾.

Este quadro de redução da capacidade cardiorrespiratória, que também é influenciada negativamente pela inatividade física pós-operatória, devido ao maior tempo de repouso ao leito, gera também perda de força muscular e descondiçãoamento^(37,38). Estudos anteriores têm demonstrado que até mesmo pacientes submetidos a cirurgias cardíacas eletivas, com bom resultado clínico e curta permanência na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), comumente apresentam prejuízo na força muscular⁽³⁹⁾. Além disso, as conseqüências geradas pela imobilidade podem durar meses e até anos após o tempo de permanência na UTI, impedindo que os pacientes retornem completamente à capacidade funcional basal, aumentando o risco de readmissão hospitalar⁽³⁹⁾.

Em relação ao tempo de mobilidade reduzida, estudos relacionam a perda de força muscular ao estresse cirúrgico e à sedação pós-operatória⁽⁴⁰⁾. Alguns autores mostram inclusive que a proteólise muscular notavelmente acelera dentro de 48 horas após a cirurgia cardiovascular em vista do aumento do catabolismo protéico muscular⁽⁴¹⁾.

A inatividade física no pós operatório, por sua vez, ocorre devido à instabilidade hemodinâmica e restrições à mobilização advindas do procedimento cirúrgico, uso de

ventilação mecânica (VM), drogas vasoativas, uso de sedativos e analgésicos, bem como a presença, muitas vezes, de drenos torácicos e mediastinais, além de catéteres central e periférico⁽¹⁵⁾. Essa situação estimula a perda muscular, pela lentificação da síntese protéica, além de provocar prejuízos neurais na ativação muscular e prejudicar o transporte de oxigênio, incluindo a oxigenação dos pulmões e dos tecidos; com isso, os pacientes geralmente apresentam descondicionamento físico, atrofia, fraqueza muscular e menor capacidade aeróbia máxima podendo comprometer a qualidade de vida^(42,43).

Além disso, a mobilização reduzida, tem início antes do paciente ser admitido no hospital, decorrente da própria condição clínica que já dita uma maior necessidade de repouso que o habitual^(44,45). A dor pós-operatória e disfunção cognitiva também são considerados importantes aspectos para se avaliar o prejuízo físico dos pacientes, podendo influenciar a capacidade de movimentar-se adequadamente, podendo persistir após a alta, dificultando o processo de reabilitação⁽⁴⁶⁾.

Essa redução da capacidade funcional também pode ser vista no estudo de Moraes et al, onde os pacientes que realizaram cirurgia cardíaca eletiva, apresentaram perda do desempenho funcional do pré-operatório para o 2º/3º DPO e um ganho deste para o 5º/6º DPO, confirmando que a intervenção cirúrgica, gera alterações na funcionalidade e habilidade dos pacientes, principalmente na fases iniciais do pós-operatório⁽⁴⁷⁾.

Enfim, a cirurgia cardíaca é um procedimento complexo, com numerosas oportunidades de complicações, impactando sobre as capacidades ligadas às funções humanas e o retorno do paciente à sua vida ativa⁽⁴⁸⁾. Dessa forma, a mobilização precoce e o exercício físico têm sido considerados componentes fundamentais na reabilitação de pacientes cirúrgicos cardiovasculares⁽¹⁵⁾, tornando-se indispensável a inserção do paciente em pós operatório, em um programa de reabilitação cardíaca, vistos os benefícios advindos do mesmo em relação ao seu incremento funcional^(49,50).

3.2 A mensuração da Atividade Física livre após a Cirurgia Cardíaca

A definição de atividade física é entendida como qualquer movimento corporal realizado pela musculatura esquelética, que leve a um gasto energético acima do repouso⁽⁵¹⁾. A partir dessa definição, considera-se a prescrição de atividade física desde a orientação ao paciente de como levantar-se de cama e sentar-se na cadeira, até a orientação de deambulação

(inicialmente restrita ao quarto e banheiro, evoluindo, posteriormente, para o corredor e outras áreas do hospital).

Tradicionalmente as Atividades Físicas (AF) tem sido avaliadas com uso de questionários com recordatórios de práticas anteriores e/ou em ambiente de laboratório, com instrumentação normalmente mais precisa, porém usualmente mais onerosa, menos específica e prática. Tal situação é cercada de limitações inerentes, especialmente quando se objetiva quantificar atividades acumuladas ao longo de um período.

Uma alternativa viável e aceitável para medir a atividade física são os pedômetros, pequenos dispositivos que, a partir da oscilação corporal durante o andar, são utilizados para gravar os passos dados por uma pessoa em um determinado tempo. Esses equipamentos podem ser uma ferramenta que pode ser utilizada na prática clínica para avaliar, monitorar e promover a atividade física, e que não exigem elevado grau de cooperação das pessoas⁽⁵²⁾. Dessa forma, o pedômetro foi proposto como um dos aparelhos de melhor potencial, considerando-se as características de precisão, objetividade e baixo custo⁽⁵²⁾. A validação dos pedômetros para a mensuração da atividade física (especialmente atividade ambulatorial) foi confirmada e vários estudos previamente sumarizados⁽⁵³⁾.

Assim como qualquer instrumentação científica, o pedômetro deve atender à critérios de avaliação para sua função primordial, que é contar passos de forma precisa. Como ele se baseia na movimentação horizontal do quadril (inerente à fase de balanço de uma passada), qualquer outro movimento que não produza a oscilação vertical do quadril não será registrado no pedômetro, no entanto, apesar dessas restrições, seus achados tem respaldo nos dados sistematicamente obtidos por diferentes pesquisadores⁽⁵⁴⁻⁵⁸⁾. Com isto, sua popularização vem aumentando, seja entre usuários, seja no meio acadêmico, por sua capacidade de quantificar o gesto mais natural do ser humano que é o caminhar.

Para doenças cardiovasculares, a atividade física regular produz melhorias significativas em muitos fatores de risco, aumenta a capacidade funcional e reduz o risco de reinternação de pacientes cardíacos e melhora o prognóstico de pacientes com doença arterial coronariana. No entanto, os níveis de atividade física diminuem significativamente após a hospitalização, independentemente do atendimento em programas de reabilitação cardíaca (RC)^(59,60). Savage e Ades relataram que as medidas diárias tomadas por pacientes cardíacos durante a primeira semana da fase II da RC (fase de recuperação pós-alta para pacientes ambulatoriais) são

bastante baixas: 78% tomaram <7500 passos por dia, 57% tomaram <5000 passos por dia e 21% tomaram 5000 para 7499 passos por dia, indicando que os níveis de atividade física em cardiopatas não são adequados após a alta hospitalar ⁽⁶¹⁾.

Em um ensaio que investigou os efeitos da televisão à beira do leito sobre a atividade física após cirurgia cardíaca, Papaspyros et al. ⁽⁶²⁾ relataram mediana do passo de 945 passos / dia (grupo sem televisão) e 336 passos / dia (grupo de televisão) no 5º dia após cirurgia. Já Izawa et al. relataram uma média de 4.588 passos em 8 dias dentro de um tempo de permanência hospitalar de 22 dias, durante a reabilitação cardíaca na fase I (hospitalar), mas não foi descrito se esse resultados foi obtido nos primeiros ou últimos dias ⁽⁶³⁾.

Existem poucos dados publicados sobre os níveis de atividade física durante a hospitalização após cirurgia cardíaca. A participação em atividades físicas independentes e programas de exercícios prescritos (reabilitação cardíaca de fase I) reduz as complicações pós-operatórias, como tromboembolismo venoso e complicações pulmonares, melhora a capacidade funcional fisiológica pós-operatória cicatrização e tom autonômico ⁽⁵⁾.

Diante ao acima exposto, não há como se negar a importância que o pedômetro vem apresentando como método avaliativo de deambulação para os diversos estudos de caráter científico. Nesse contexto, os pedômetros são úteis ao quantificarem essa atividade livre, a qual é resultante da capacidade física e volitiva dos pacientes fazendo, portanto, a desejável integração entre a identificação diagnóstica e a adoção de medidas preventivas e reabilitadoras.

3.3 “Velocidade de Marcha”: significado Biológico e Clínico.

A Velocidade de Marcha é uma medida confiável e sensível, utilizada para avaliar estado funcional geral em diversas populações. Por ser um componente da marcha, torna-se um instrumento simples, de baixo custo e fácil aplicabilidade em diversas populações e apresenta resultados viáveis para avaliar o progresso de uma reabilitação ou funcionar como medida indireta do estado funcional do indivíduo ⁽⁶⁴⁻⁶⁷⁾. Medidas de velocidades de marcha mais lentas estão associadas a deficiência em mobilidade, perda de independência, baixo funcionamento físico e cognitivo, maior risco de quedas, hospitalização e morte ⁽²³⁾.

Devido a diversidade de estudos utilizando tal medida, nota-se uma grande variedade de metodologias que diferem em distância (2 a 40 m), caminho (reto ou com giros), velocidade (usual ou máxima), incio (estático ou dinâmico), instruções e incentivo durante o teste ⁽⁶⁴⁾.

Graham et al, realizou uma revisão sistemática no ano de 2009, onde utilizou 108 artigos a fim de descrever os testes de velocidade de marcha relatados na literatura e concluiu que existe uma variedade de metodologias para medição e descrição desta medida⁽⁶⁵⁾.

Alguns fatores divergem na literatura, entre eles a distância para realização do teste, usualmente 10 m é a mais comum sendo que pode diferir a depender da população estudada, 6 metros em grupos idosos, 10 metros em indivíduos com comprometimentos neurológicos e 4 ou 5 metros a distância mais comum no grupo cardiovascular⁽⁶⁵⁾. A Sociedade de Cirurgiões Torácicos (STS) recomenda a distância de 5 m para realização do teste de velocidade de marcha a fim de prever a fragilidade em indivíduos candidatos a cirurgia cardíaca. Orienta que deve ser o teste de preferência quando comparada a uma avaliação funcional mais longa e extenuante⁽⁶⁶⁾.

A padronização da velocidade de marcha inclui: utilizar uma linha reta de 10m; usar partida estática com temporização começando do início; o ritmo deve ser habitual ou confortável, utilizando rapidez apenas para pesquisas específicas; o protocolo deve ser relatado em detalhes incluindo instruções de ritmo, encorajamento verbal ou de outro tipo e cronometragem⁽⁶⁵⁾.

Quanto ao ponto de corte desta medida, os estudos classificam de acordo com a população avaliada. Entretanto, um estudo confeccionou uma tabela com ponto de cortes para a velocidade de marcha com resultados correspondentes em toda a literatura em populações idosas com situações clínicas diversas⁽⁶⁴⁾.

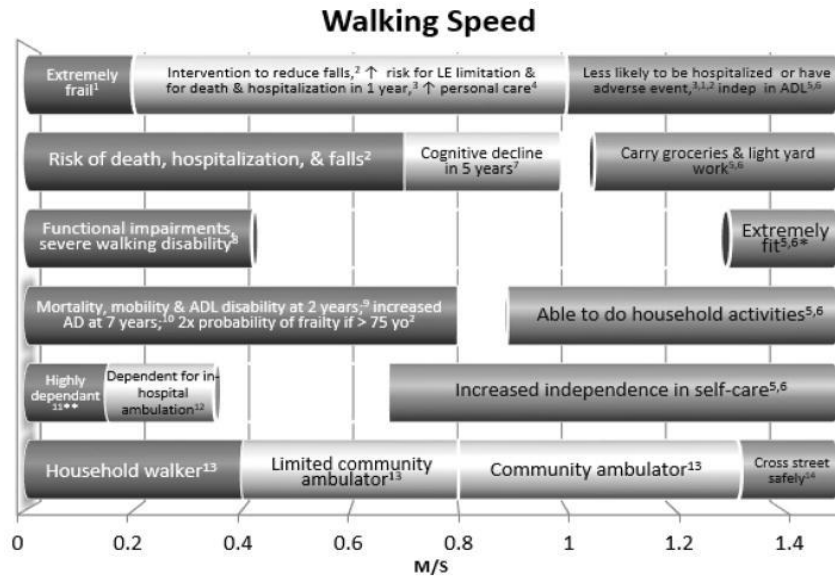


Figura 1 - Medidas de velocidade de marcha obtidas em diferentes populações

Fonte: Addie Middleton, Stacy L. Fritz and Michelle Lusardi (J Aging Phys Act. 2015; 23(2): 314–322)⁽⁶⁴⁾.

Outros artigos refinam a medida em populações específicas para que a análise seja mais objetiva. Na população idosa, muitos estudos que utilizaram velocidade de marcha e apresentam desfechos importantes, como Bohannon, em 2014, que define como ponto de corte para esta população uma medida entre 0,90 a 1,30 m/s, considerando normal, definindo como velocidades de marcha mais lentas aquelas medidas entre $\leq 0,60$ a $0,70$ m/s e; assim, traduzindo maiores riscos a saúde⁽²³⁾. Uma revisão sistemática com idosos com idade ≥ 70 anos, hospitalizados e em ambiente ambulatorial dividiu os artigos em duas categorias, ritmo usual e máximo. Em ritmo usual a média da velocidade de marcha foi de $0,58$ m/s, enquanto que em ritmo máximo $0,89$ m/s. A revisão propõe que uma velocidade de marcha de $0,8$ m/s é preditora de desfechos clínicos pobres, enquanto um limiar inferior a $0,6$ m/s é capaz de prever declínio funcional adicional em idosos já prejudicados⁽⁶⁷⁻⁶⁸⁾.

A população neurológica apresenta uma grande diversidade de estudos, distribuídos em pacientes com Parkinson, Acidente vascular cerebral (AVC), tumores, Alzheimer, esclerose múltipla, lesão cerebral traumática, lesão medular, neuropatia, pós pólio, mielopatia e doenças neuromusculares⁽⁶⁵⁾. Um estudo avaliou 62 pacientes com déficits leves ou moderados após AVC, a fim de determinar as mudanças na classificação de deambulação comunitária baseada na velocidade de marcha e observar se estavam relacionadas as mudanças clínicas na

funcionalidade após AVC⁽⁶⁷⁾. Os autores consideraram como deambulação doméstica valores abaixo de 0,4 m/s, deambulação comunitária limitada quando entre 0,4 a 0,8 m/s e deambulação total da comunidade acima de 0,8 m/s. Observaram que a transição para uma classe superior de locomoção está associada a uma função e qualidade de vida melhores, especialmente em relação à mobilidade e participação na comunidade.

Na população cardiopata, os estudos utilizam a velocidade de marcha (VMa) para desfechos de mortalidade e morbidade. Um trabalho avaliou esta medida em pacientes com 60 anos ou mais, no pré operatório de cirurgia cardíaca e observou que uma redução de 0,1 m/s na velocidade, aumenta em 11% a mortalidade⁽²⁶⁾. Além disso, destacou que aqueles que apresentam velocidades de marcha mais lentas são mulheres, obesas, diabéticas com múltiplas comorbidades.

Outro estudo realizado na população cardiopata incluiu pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio com esternotomia mediana, sendo 59 indivíduos com idade entre 44 a 90 anos e dividiu os pacientes em subgrupos, de acordo com os resultados da velocidade de marcha⁽⁶⁸⁾. Os pacientes foram classificados de acordo com o encaminhamento pós alta, sendo: candidatos a reabilitação aguda - valores de VMa ≤ 0.25 m/s; alta para casa VMa $\geq 0,42$ m/s. A média da velocidade de marcha geral foi de 0,33 m/s. Esse resultado demonstrou que a velocidade de marcha apresenta resultado efetivo nesta população, sendo rápido e simples que pode ser facilmente aplicado em cenários agudos.

3.4 A Mobilização Precoce na Reabilitação após Cirurgia Cardíaca

A fase I da Reabilitação Cardiovascular (fase hospitalar) é comumente realizada após a cirurgia cardíaca em muitos países, com resultados satisfatórios⁽⁶⁹⁾. Usualmente, dura de 7 a 10 dias e tem como objetivos evitar os efeitos negativos do repouso prolongado no leito, evitar fenômenos tromboembólicos e posturas antálgicas, estimular o retorno precoce às atividades físicas cotidianas, restaurar a capacidade funcional, retomar a confiança do paciente, diminuir o impacto psicológico, evitar complicações pulmonares, maximizar a oportunidade de alta precoce, melhorando a qualidade de vida e capacidade de exercício, bem como redução da morbidade⁽⁷⁰⁻⁷²⁾.

Com o objetivo de promover o retorno mais rápido para as atividades laborais e sociais do paciente, houve uma mudança no foco do manejo da fisioterapia para a prescrição de programas de exercícios supervisionados, por exemplo, estimular a ortostase, andar ou pedalar em bicicleta estacionária⁽⁵⁾. Ao associar esses exercícios com as novas tecnologias dentro das unidades de terapia intensiva (UTI) surgiu o termo mobilização precoce (MP), que vem marcando uma recente etapa dentro da reabilitação do paciente grave hospitalizado^(73,74).

Alguns autores definem a mobilização precoce como aquela iniciada dentro de 72h de internação na UTI, porém ainda não há um consenso quanto ao início da primeira mobilização^(75,76). Na literatura são identificados protocolos com tempo de início variável assim como a frequência, sendo sua progressão quantificada pela escala de Borg, por METs (equivalente metabólico) ou escalas de progressão funcionais⁽⁷⁷⁾.

Os efeitos benéficos dessa mobilização são generalizados e podem incluir ganhos na função muscular esquelética, respiratória e cardiopulmonar. Um estudo traz que a mobilização precoce pode reduzir a lesão muscular através de seu efeito na descarga muscular, mas os mecanismos fisiopatológicos através dos quais esta intervenção pode funcionar são complexos e não claramente compreendidos⁽⁷⁸⁾. Na cardiologia, os estudos comprovam que a mobilização precoce pode prevenir disfunções físicas e neuropsicológicas, reduzindo a duração do delirium e a perda da força muscular, e conseqüentemente diminuir o tempo de internamento hospitalar⁽⁷⁹⁾.

Em relação a esse aspecto, a recuperação do desempenho físico; e, por conseguinte, da capacidade funcional dos pacientes no período pós-operatório de cirurgia cardíaca é um dos objetivos essenciais da reabilitação^(39,80). Pacientes no pós-operatório cardíaco que se mobilizam com mais frequência e por um período maior do que os seus homólogos, atingem marcos funcionais mais rapidamente, com maior capacidade de marcha na alta hospitalar e maiores níveis de satisfação com seu tratamento^(8,9).

Uma revisão sistemática identificou as principais formas disponíveis para realizar a mobilização precoce, destacando a fisioterapia convencional, cicloergômetro, estimulação elétrica muscular e programas de exercício progressivos⁽⁸¹⁾. Apesar dos relatos de melhora na capacidade física devido à mobilização precoce em pacientes após cirurgia cardíaca, há uma falta de padronização quanto à intensidade, tipo, frequência e duração do exercício. O desafio atual é precisar de maneira segura o momento correto de iniciar e as barreiras imediatas desta

conduta, quais resultados avaliar, que instrumentos, além de enfatizar a necessidade de uma interação da equipe multidisciplinar para um melhor condução terapêutica dessa população⁽⁷⁵⁾.

O exercício adequadamente prescrito após a cirurgia cardíaca pode melhorar a capacidade funcional na alta hospitalar, acelerar a obtenção de marcos funcionais e reduzir o tempo de permanência no hospital⁽³⁹⁾. Neste contexto, mobilização precoce e o exercício físico são considerados componentes fundamentais na reabilitação de pacientes cirúrgicos cardiovasculares^(15,82).

3.5 O Estresse Gravitacional: uma Etapa Importante para a Reabilitação Cardíaca

A gravidade é universalmente reconhecida como a principal força deformadora que atua contra o corpo humano no momento da mudança de postura⁽⁸³⁾. Com isso, adoção da postura ortostática implica na reorganização do suprimento energético e, conseqüentemente, uma reorganização do suprimento sanguíneo entre as diferentes regiões do corpo⁽⁸⁴⁾. A passagem da postura supina para a ortostática resulta em deslocamento de sangue do nível do tórax para o sistema venoso subdiafragmático, fenômeno denominado *venous pooling*, e ajustes compensatórios são necessários para que não haja queda da pressão arterial com possível aparecimento de sintomas relacionados à intolerância ortostática e à perda súbita da consciência^(84,85).

O reflexo ortostático inicial é mediado exclusivamente pelo sistema neural regulatório, o qual aumenta a frequência e contratilidade cardíaca, bem como o tônus vascular por meio de uma diminuição da descarga vagal e do aumento da descarga simpática⁽⁸⁶⁻⁸⁸⁾, produzindo uma vasoconstrição periférica e aumento do volume sistólico e da frequência cardíaca para manutenção da normotensão em face da diminuição da pressão venosa central e do débito cardíaco⁽⁸⁹⁾.

A resposta hemodinâmica inclui o controle autonômico das resistências arteriais para limitar o fluxo sanguíneo para as extremidades e leito vascular esplâncnico, mecanismos metabólicos locais e efeitos neuro-humorais tardios com a ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona e a liberação de epinefrina e vasopressina. Em indivíduos saudáveis, a integração dos sistemas descritos pode manter os valores da pressão arterial, mesmo que os resultados da pressão arterial cerebral tenham diminuído. As alterações hemodinâmicas posturais fisiológicas devem incluir um aumento da frequência cardíaca (10 a 30 batimentos/min), uma

redução não significativa da pressão arterial sistólica (inferior a 20mmHg), com um aumento da pressão arterial diastólica e média: conseqüentemente, a diminuição da pressão de pulso⁽⁹⁰⁾.

Com relação aos parâmetros respiratórios, as vantagens da posição sentada no sistema pulmonar estão bem documentadas na literatura, por exemplo, melhora da complacência e prevenção de atelectasias, incluindo a redução na resistência aérea e aumento da CPT^(91,92). A posição ereta também aumenta os volumes pulmonares e as trocas gasosas, por mudanças promovidas no deslocamento diafragmático^(93,94).

Por outro lado, durante o período de estadia na UTI, a permanência em decúbito dorsal no leito, contribui para o aumento do déficit funcional⁽¹⁴⁾, por isso, a precocidade da mobilização do paciente favorece a sua recuperação, sendo esta, realizada com a utilização de procedimentos terapêuticos (exercícios no leito, sedestação beira leito, transferência para a poltrona, ortostatismo e deambulação), configurando intervenções importantes para os pacientes^(12,13).

Os exercícios assistidos no leito, por sua vez, não são suficientes para prevenir os efeitos adversos da inatividade, pois não promovem as mudanças dos fluidos corporais nas extremidades como o ortostatismo⁽⁷⁰⁾.

Nesse contexto, a mudança no posicionamento pode ser usada para proporcionar o estresse gravitacional. O estresse gravitacional (EG) é de extrema importância no processo de reabilitação em fase hospitalar, fato já assegurado pela força tarefa da *European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine*, que indica sua utilização tão logo seja possível, haja vista as repercussões sistêmicas que são geradas, e seus consequentes benefícios^(70,92).

Após a cirurgia cardíaca, o EG pode ser de grande valia, já que o mesmo estimula a resposta cardiovascular e respiratória aos estímulos funcionais, além de ser um norteador na reabilitação cardíaca fase I. Indivíduos com doenças isquêmicas do coração que ficam longos períodos sem sofrer influência da gravidade, tendem a desenvolver hipotensão postural ou até mesmo a síncope previamente à deambulação⁽⁹⁵⁻⁹⁷⁾. A intolerância ortostática tem sido atribuída à disfunção dos reflexos barorreceptores, que desempenham papel fundamental no controle cardiovascular a curto prazo, promovendo adaptação às mudanças ortostáticas, prevenindo excessivas flutuações da pressão arterial^(84,98).

Em cirurgia cardíaca, é preciso dar atenção ao processo de ortostase ativa, que promove o estresse gravitacional e deve ser considerado um passo fundamental para avaliação das próximas etapas no programa de reabilitação. Apesar de todos os benefícios que traz, o estresse gravitacional deve ser realizado sob monitorização após cirurgia cardíaca, uma vez que o modesto esforço físico realizado durante a mudança de posição representa um desequilíbrio metabólico entre a demanda e a oferta de oxigênio. Um recente estudo demonstrou que o aumento do consumo de oxigênio, durante o estresse gravitacional, não é compensado por uma resposta normal ao esforço; a FC e a PAM permanecem constantes e o nível de lactato arterial aumenta⁽⁹⁹⁾.

Kirkeby-Garstad *et al* em dois trabalhos demonstraram que os pacientes no período pós-operatório imediato após a cirurgia cardíaca exibem uma acentuada dessaturação quando mobilizados, revelando uma resposta cardiovascular inadequada^(100,101). A duração desse comprometimento cardiovascular é desconhecida e sua origem parece incerta e multifatorial, como: o impacto da anestesia geral na função dos barorreceptores, a síndrome da resposta inflamatória sistêmica após cirurgia de grande porte e a terapia anti-hipertensiva pré-operatória crônica. Essas incertezas parecem depender da complexidade do modelo. Quando um paciente é mobilizado para fora da cama, várias mudanças ocorrem simultaneamente⁽¹⁰²⁾.

Com base em nossas observações, a mobilização precoce é uma parte importante dos cuidados de cirurgia cardíaca perioperatória, mostrando poucos eventos adversos e pode contribuir para diminuir a incidência de complicações perioperatórias. Devido ao comprometimento do sistema cardiovascular após cirurgia cardíaca, a mobilização deve ser realizada sob rigorosa monitorização clínica e hemodinâmica, em ambiente de terapia intensiva.

3.6 Fisioterapia com Cicloergômetro : o que é, como e por que

O cicloergômetro portátil é um equipamento de baixo custo, que garante vários benefícios tanto para membros inferiores (pernas) quanto para superiores (braços), podendo ser encontrado dois modelos: simples e com regulagem de esforço. Seu movimento permite rotações cíclicas, que simula o pedalar de uma bicicleta estacionária com funcionamento mecânico ou elétrico, e pode ser usado para exercícios passivos assistidos, ativos e, até, resistidos, em membros superiores e inferiores. Possui diversas vantagens que uma bicicleta ergométrica não proporciona, tais como: ocupar pouco espaço, ser extremamente leve e poder ser transportado para qualquer lugar em qualquer circunstância⁽¹⁰³⁾.

Construído em aço, o cicloergômetro é um equipamento de longa durabilidade que promove conforto e praticidade. Já o aparelho com regulagem de esforço é similar ao simples, a diferença é que foi desenvolvido com a opção de incremento de resistência ao exercício, estimulando progressivamente o fortalecimento da musculatura através do ajuste de resistência e regulagem de esforço⁽¹⁰⁴⁾.

Trata-se de um recurso facilmente reprodutível, seguro e bem aceito pelos pacientes, objetivando maior segurança, estimulação neuromuscular, condicionamento cardiorrespiratório, aumento da amplitude de movimento e auxiliando na evolução funcional até o momento da alta hospitalar⁽¹⁶⁾.

Recentemente, o cicloergômetro foi incorporado aos recursos terapêuticos na UTI, com o objetivo de reduzir os efeitos deletérios do repouso prolongado no leito. Um ponto importante dessa modalidade de exercício físico é o efetivo aumento da circulação que não sobrecarrega o sistema cardiopulmonar, pois a contração muscular é predominantemente dinâmica quando não se oferta resistência ao pedal⁽¹⁶⁾. A mobilização precoce através do cicloergômetro tem sido preconizada como uma proposta terapêutica capaz de preservar a musculatura anterior da coxa durante a imobilização no leito. Além dessa, outras vantagens justificam o uso do cicloergômetro como: a redução no risco de quedas, a possibilidade de executar um esforço constante e com maior duração, além de acrescentar maior viabilidade no monitoramento dos sinais vitais no pico da exigência metabólica⁽¹⁰⁵⁾.

Outra importante vantagem é que a interrupção do esforço se dá de forma mais segura, uma vez que o paciente já se encontra sentado ou deitado. Então, mesmo que a interrupção ocorra de forma inesperada, em decorrência de um sinal ou sintoma limitante, o profissional responsável terá maiores condições de manejar a situação e solicitar ajuda quando necessário. Também nos casos onde o aporte adicional de oxigênio se faz necessário, a disponibilidade de um torpedo de oxigênio ao lado do cicloergômetro ou a conexão ao gás central é bem mais simples comparado a ter que carregá-lo pelos corredores⁽¹⁰⁶⁾.

O cicloergômetro é frequentemente utilizado para pessoas com problemas ortopédicos e neurológicos, incluindo fraqueza muscular e distúrbios da marcha, além disso, estudos têm relatado comparações da resposta cardiovascular ao exercício submáximo com um cicloergômetro versus esteira ergométrica⁽¹⁰⁶⁾. O mesmo também parece ser um excelente equipamento de treinamento para pacientes após angioplastia primária, onde os sinais vitais durante a reabilitação cardíaca fase I podem ser totalmente controlados^(10,107).

Porta et al. foram os primeiros a utilizar esse tipo de dispositivo, após o desmame da ventilação mecânica e realizado com os membros superiores (MMSS)⁽¹⁰⁸⁾. O estudo de Burtin et al. sugere que o uso precoce desse dispositivo, durante a assistência ventilatória, aumenta a força muscular e está associado a melhora da capacidade funcional dos indivíduos⁽¹⁰⁹⁾. O cicloergômetro realizado nos membros inferiores de forma ativa, também promove aumento da força muscular em membros inferiores (MMII), além de aumento na distância do teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e melhora do escore SF-36 e da função física na alta hospitalar⁽¹¹⁰⁾. Ainda é questionável o ganho de condicionamento físico com a utilização dessa mobilização de forma passiva, já que não existe um incremento na frequência cardíaca nem no equivalente metabólico⁽¹¹¹⁾. Um estudo realizado com paciente após revascularização do miocárdio demonstrou que tanto no grupo controle quanto no cicloergômetro os protocolos foram igualmente eficazes em promover o aumento da distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos, porém com uma tendência de superioridade no grupo do cicloergômetro⁽¹¹²⁾.

Araujo et al, afim de analisarem a eficácia do uso do cicloergômetro em membros inferiores com teste máximo analisou o comportamento da frequência cardíaca e verificou que é possível, com empenho do examinador e conhecimento prévio do resultado de frequência cardíaca máxima (FCM) em um teste de esforço (TE) anterior, obter níveis altos de FCM com o cicloergômetro⁽¹¹³⁾.

O uso do cicloergômetro também foi citado, como uma das atividades que podem contribuir para mobilização de pacientes na UTI e que pode ser iniciado de forma precoce, desde que o paciente apresente estabilidade cardiorrespiratória. Os autores ainda afirmam a necessidade de ter atenção com os fatores relacionados à segurança antes da execução, como aqueles intrínsecos ao paciente (histórico de doenças pregressa e atual, reserva cardiorrespiratória) e fatores extrínsecos (presença de cateteres, ambiente e equipe multiprofissional envolvida no processo)⁽¹¹⁴⁾.

Estudos sugerem que o cicloergômetro pode ser realizado com segurança na UTI, mesmo durante a ventilação mecânica (VM), sendo iniciado nas primeiras 72 horas de VM, e não mostrou aumento no débito cardíaco, consumo de oxigênio, nem preocupações com segurança, mesmo quando os pacientes receberam infusões vasoativas em baixas doses^(110,114). França et al. relata que essa atividade pode gerar uma alteração da frequência cardíaca e respiratória, da pressão arterial e da saturação de oxigênio, porém, a maioria dos estudos não possui significância estatística e clínica, demonstrando sua segurança e viabilidade⁽¹¹⁴⁾.

3.7 Evidências prévias à Respeito do Cicloergômetro em Reabilitação Cardíaca na Fase Hospitalar

Após a ampla publicação com resultados favoráveis à utilização do cicloergômetro em pacientes críticos, o emprego desse recurso terapêutico foi se tornando cada vez mais comum nas unidades intensivas cardiovasculares. Na reabilitação cardíaca, o cicloergômetro ganhou espaço como uma nova opção terapêutica com a finalidade de proporcionar uma melhor assistência aos pacientes submetidos a esse tipo de cirurgia, além de deixar a reabilitação menos monótona e mais atrativa⁽¹¹²⁾.

Um dos primeiros relatos sobre o seu uso em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca veio com Hirschhorn *et al* (2012), com o propósito de verificar se o modo do exercício influenciava na capacidade funcional⁽¹¹⁵⁾. Para tanto foi desenvolvido um ensaio clínico onde os pacientes foram randomizados para realizar a bicicleta estacionária, durante 10 minutos, ou caminhada a partir do 3º dia pós operatório (DPO) até o momento da alta. Após avaliar 64 pacientes, o mesmo não viu diferença entre os grupos, na distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6³), na qualidade de vida e no tempo de permanência hospitalar. Para o autor o cicloergômetro consiste em um recurso com efetividade para a restauração funcional, similar a caminhada.

Através de uma pequena amostra (12 indivíduos), o estudo de André Cordeiro *et al* (2014) publicaram sobre os efeitos cardiorrespiratórios observados com o uso do cicloergômetro após cirurgia valvar e/ou revascularização miocárdica. Nessa coorte prospectiva o cicloergômetro foi utilizado a partir do 2ºDPO até a alta, em sedestação fora do leito, por 20 minutos contínuos. As variáveis hemodinâmicas e respiratórias não apresentaram variação significativa quando medidas em repouso, após 10 e 20 minutos do treino, levando o autor a conclusão de que o cicloergômetro é uma opção terapêutica viável e segura durante o período hospitalar⁽¹¹⁶⁾.

Almeida *et al.*, também tiveram o objetivo de verificar o comportamento das variáveis hemodinâmicas (FC, FR, PA, SpO₂), de 30 pacientes idosos no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio, submetidos a três tipos de intervenção fisioterapêutica, divididos em grupo A – mobilização com cicloergômetro no leito, para membros inferiores, em 5 séries de 3 minutos; grupo B - mobilização sem cicloergômetro, com exercícios ativos para membros ao longo do leito e treino de sedestação a beira do leito; e grupo C (grupo controle) - sem qualquer atividade motora, mas com ventilação não invasiva (VNI)⁽¹¹⁷⁾. Não

foi descrito, porém, o momento de implementação dos exercícios. Ao final, foi observado que as variáveis hemodinâmicas se comportaram dentro do esperado, inclusive no grupo que utilizou o cicloergômetro, mostrando novamente que o mesmo é considerado seguro de ser realizado em pacientes idosos revascularizados.

O estudo de Lopes utilizou o cicloergômetro no pós-operatório de pacientes submetidos à revascularização do miocárdio, a partir do 2º DPO e avaliou a capacidade funcional dos mesmos no pré e pós operatório. Para isso, os 19 pacientes foram alocados em dois grupos: grupo controle que realizou o protocolo padrão e grupo intervenção que utilizou o cicloergômetro (20 minutos , duas vezes ao dia), e foram avaliados através de três testes: teste de Apoio Unipodal, teste *Timed Up and Go* (TUG) e teste de caminhada de seis minutos (TC6)⁽¹¹⁸⁾. Os resultados mostraram que, conforme esperado, houve diminuição da capacidade funcional do pré para o pós-operatório. Entretanto, os pacientes que utilizaram o cicloergômetro no processo de reabilitação não apresentaram um melhor desempenho nos testes, quando comparado com o grupo controle⁽¹¹⁸⁾.

Diante disso, Trevisan et al, (2015), em seu estudo objetivou comparar a eficácia de um programa de exercício baseado no cicloergômetro com o protocolo padrão em pacientes submetidos à revascularização do miocárdio. Os pacientes com 50 anos ou mais, alocados no grupo GI realizaram o mesmo protocolo de fisioterapia respiratória que o GC, entretanto, a fisioterapia motora foi substituída pelo uso do cicloergômetro (20 minutos em sedestação fora do leito)⁽¹¹²⁾. No 3º dia após a cirurgia iniciava o protocolo em ambos os grupos, duas vezes ao dia. A medida da distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos foi mensurada antes da aplicação do cicloergômetro (3ºDPO) e antes da alta hospitalar. A análise de 24 pacientes, no entanto, não demonstrou superioridade do grupo intervenção em relação ao grupo controle.

Em 2016, Borges et al conduziram um ensaio clínico controlado com 34 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, com o objetivo de ver o efeito do cicloergômetro em relação a fisioterapia convencional⁽¹¹⁹⁾. Todos os pacientes iniciaram o programa de fisioterapia dentro de 24 horas após a chegada na UTI. Os pacientes do grupo controle realizavam exercícios respiratórios e motores; o grupo intervenção realizava o mesmo que o controle e o cicloergômetro de forma adicional. Houve uma redução da função pulmonar em ambos os grupos, no entanto em relação à capacidade funcional, o grupo cicloergômetro manteve, o que não foi obtido no grupo controle.

Seguindo esta linha de trabalho sobre o uso cicloergômetro, em março de 2015 teve início um estudo desenvolvido pela Universidade Federal de São Paulo (USP), através de sua pesquisadora responsável, Ada Clarice Gastaldi, com título “Cycle Ergometer Exercise in Phase I of Cardiac Rehabilitation After Cardiac Surgery” (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02437552>), com previsão de conclusão em março de 2019. Este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos do cicloergômetro no pós-operatório de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Os pacientes serão avaliados através dos testes (força muscular respiratória, teste de exercício submáximo, escala de dispnéia, exames laboratoriais e exames radiológicos), realizados no terceiro DPO e alta hospitalar.

Outro protocolo iniciado mais recente liderado por Torres et al (2017) também objetiva investigar a eficácia de um programa de mobilização precoce sobre a capacidade funcional de pacientes submetidos à revascularização do miocárdio a curto e longo prazo⁽¹²⁰⁾. Trata-se de um protocolo prospectivo, randomizado, controlado, simples-cego, que avaliará 66 pacientes consecutivos submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. Os pacientes foram randomizados em dois grupos de treinamento: o grupo controle (N = 33), que realizou exercícios respiratórios e o grupo intervenção (N = 33), que realizou exercícios respiratórios e exercícios aeróbicos (através de exercícios ativos, sem carga nos membros adicionada a cicloergometro por 20 minutos). Os grupos receberam tratamento do primeiro ao sétimo dia pós-operatório, duas vezes ao dia. No pré-operatório, foram avaliados os seguintes desfechos: nível de atividade física (Questionário de Baecke), Medida de Independência Funcional e capacidade funcional (teste de caminhada de 6 minutos). A capacidade funcional será reavaliada após o 7º e o 60º dia de pós-operatório. Complicações pulmonares e tempo de internação hospitalar também serão avaliados.

Deste modo, percebe-se que novas pesquisas sobre o uso do cicloergômetro no pós-operatório de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca vêm ganhando espaço nos programas de reabilitação, trazendo novas informações sobre seus efeitos.

Tabela 1 - Dados sumarizados de estudos usando cicloergômetro para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

AUTOR/ANO	TIPO DE ESTUDO	INTERVENÇÃO	AMOSTRA	DESFECHOS	RESULTADOS
Hirschhorn et al (2012)	Ensaio clínico	Randomização no 3ºDPO. Grupo Cicloergômetro: 10 minutos em sedestação fora do leito; Grupo Controle: caminhada por 10 minutos	64 pacientes após RM (32 para cada grupo)	TC6', Qualidade de vida (SF-36), taxa de mortalidade, tempo de permanência hospitalar	Não houve diferença entre os grupos para qualquer desfecho
Cordeiro et al (2012)	Coorte	Cicloergometro no 3º DPO por 20 minutos	12 pacientes de cirurgia valvar e RM	Variáveis cardiorrespiratórias	A aplicação do cicloergometro é segura
Almeida et al (2014)	Intervenção terapêutica experimental	Grupo A : cicloergômetro, em 5 séries de 3 minutos; Grupo B: mobilização com exercícios ativos +sedestação; Grupo C: apenas ventilação não invasiva.	30 idosos submetidos a revascularização	Variáveis cardiorrespiratórias	O exercício é seguro para idosos após revascularização
Lopes et al (2015)	Ensaio clínico randomizado	Início no 2º DPO Grupo controle: realizou o protocolo padrão Grupo intervenção: cicloergômetro (20 mim, 2x/dia)	19 pacientes submetidos a RM	Teste de Apoio Unipodal, TUG e TC6.	Cicloergômetro com efeitos semelhantes ao protocolo padrão.
Trevisan et al (2015)	Piloto de ensaio clínico controlado	Início no 3º DPO Grupo controle: exercício respiratório + cinesioterapia de membros e caminhada Grupo intervenção: exercício respiratório + cicloergometro (20') 2ºDPO	24 pacientes submetidos a cirurgia de revascularização	Teste de caminhada de seis minutos (TC6) no 3º e no 6º DPO	Não houve diferença entre os grupos.
Borges et al (2016)	Ensaio clínico randomizado	Grupo controle: exercícios respiratórios+ cinesioterapia Grupo intervenção: exercícios respiratórios + cinesioterapia + cicloergômetro.	34 pacientes submetidos a revascularização miocárdica	Função pulmonar, capacidade funcional, força muscular respiratória	Cicloergometro pode promover a manutenção da capacidade funcional quando comparado a fisioterapia convencional

DPO:dia pós operatório; N: número de participantes; RM: revascularização miocárdica; TC6': Teste de caminhada de seis minutos; SF-36: Short-Form Health Survey; TUG: *Timed Up and Go*.

4 MÉTODOS

4.1 Desenho do estudo

Ensaio clínico randomizado de caráter exploratório, cego para o desfecho, com análise por protocolo para o objetivo primário e estudo descritivo, observacional para os desfechos secundários.

4.2 Características do local de estudo

Este estudo foi realizado em um hospital filantrópico, no bairro de Nazaré, Salvador/BA, referência em cardiologia, com 525 leitos entre serviços de pronto atendimento, atendimento em terapia intensiva e internamento cirúrgico e clínico. A Terapia Intensiva Cardiovascular, unidade em que foi realizada a coleta, apresenta capacidade máxima de nove leitos, conta com atendimento de equipe multidisciplinar, e é responsável por admitir pós-operatórios de cirurgias cardíacas de pacientes adultos.

4.3 Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu no período de junho a dezembro de 2016, na Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular (UCV) por uma fisioterapeuta responsável e uma equipe composta por fisioterapeutas especialistas e estudantes de graduação em Fisioterapia, previamente treinada para todas as etapas. Informações sociodemográficas, clínicas e cirúrgicas foram colhidas através do prontuário e transferidas para a ficha de coleta (Apêndice I).

4.4 População de estudo

4.4.1 População alvo

Indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca de revascularização do miocárdio e/ou de troca valvar.

4.4.2 População acessível

Indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca de revascularização do miocárdio e/ou de troca valvar internados na UCV, em hospital de referência em cardiologia, localizado na cidade de Salvador, estado da Bahia.

4.5 Seleção da População

4.5.1 Critérios de inclusão

Foram convidados a participar da pesquisa os pacientes adultos (acima de 18 anos), de ambos os sexos, em programação para cirurgia cardíaca aberta, eletiva, de revascularização e/ou correção valvar em um hospital de referência em cardiologia na cidade de Salvador/Bahia-Brasil. Caso o convite para participar da pesquisa tivesse sido aceito, ainda no pré-operatório, era entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para ser assinado pelo paciente ou pelo seu representante legal (Apêndice I).

4.5.2 Critérios de exclusão

Após a cirurgia, foram excluídos pacientes em ventilação mecânica acima de 12h ou com Hb abaixo de 8 mg/dl. Também aqueles com instabilidade hemodinâmica persistente por 12 horas após a chegada na UCV, ou em uso de drogas vasoativas com alta vazão (sem previsão de desmame) que não atendessem aos critérios para mobilização segura, que envolvem: frequência cardíaca (FC) entre 40-120bpm; pressão arterial sistólica (PAS) de 100-180mmHg; pressão arterial média (PAM) entre 65-110mmHg; frequência respiratória (FR) menor que 25ipm, e saturação de oxigênio (SpO₂) maior que 90% com fração inspirada de oxigênio (FiO₂) menor que 31%, com Escore de Glasgow ≥ 10 ou RASS de +1 a -1⁽¹²¹⁾.

Os pacientes que se encontravam com quadro de déficit motor ou neurológico ou em estado de agitação psicomotora que impossibilitasse o uso do cicloergômetro ou a saída do leito para realização de marcha sem auxílio foram excluídos do estudo.

4.6 Descrição dos métodos para avaliação de determinantes da capacidade física após protocolo de fisioterapia habitual durante a fase hospitalar da Reabilitação Cardíaca

Neste item serão apresentadas as etapas da coleta para obtenção dos desfechos propostos por esta tese. As condutas referentes aos objetivos descritivos (estresse gravitacional e número de passos) foram avaliadas apenas na população que não se submeteu à intervenção e serão explicados anteriormente. Em seguida serão descritos os procedimentos realizados para análise do impacto da instituição do cicloergômetro na mobilização precoce após cirurgia cardíaca.

4.6.1 Variáveis Cardiorrespiratórias durante o Estresse Gravitacional (método e desfecho do objetivo 2).

No segundo dia pós operatório, após a retirada do dreno mediastínico e liberação médica, os participantes foram orientados quanto às etapas para realização do estresse gravitacional, seguindo protocolo já existente na literatura ⁽¹²²⁾. Neste estudo, no entanto, a adoção da postura de decúbito dorsal (supina) sobre o leito foi adaptada, uma vez que, de acordo com a normatização da unidade a altura da cabeceira dos pacientes não deve estar inferior a 30° graus.

Com o indivíduo ainda em decúbito dorsal e cabeceira elevada de 30 a 45 graus, eram coletados os dados circulatórios, através do monitor multiparamétrico do fabricante GEMEDICAL SYSTEMS - modelo B40, de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC), bem como o dado respiratório de saturação periférica de oxigênio (SpO₂). A frequência respiratória (FR) foi mensurada também através da contagem direta, feita pelo pesquisador, para confrontar com o valor exibido no monitor e gerar maior confiabilidade nos dados encontrados.

Feita essa coleta inicial dos marcadores circulatórios e respiratórios, era realizada a transferência do indivíduo no leito para sedestação com membros inferiores pendentes, sendo novamente registradas essas variáveis. Após permanecer três minutos na posição sentada, realizava-se a ortostase ao lado do leito, com novo registro dos referidos dados. A FC e SpO₂ foram monitorados continuamente, porém os valores de todas as variáveis colhidas para análise no presente estudo foram referentes ao primeiro minuto após o paciente assumir a nova posição.

4.6.2 Atividade Física Livre através do Número de Passos (método e desfecho do objetivo 3)

Ao obter alta para a enfermaria, os participantes receberam um pedômetro (ONMROM 320i) calibrado e lacrado, e foram orientados a prendê-lo na roupa, na altura do quadril e retirar apenas para dormir à noite ou tomar banho. Cada paciente teve suas informações individuais de peso, altura e tamanho do passo inseridas no aparelho. O período de uso do aparelho foi de cinco dias, conforme descrito na Figura 2, sendo contabilizados apenas os três dias de uso completo. Diariamente os pesquisadores visitavam cada indivíduo em uso do pedômetro para conferência visual do mesmo, evitando subutilizações.

1	2	3	4	5
Alta da UTI	Enfermaria	Enfermaria	Enfermaria	Enfermaria
Colocação do pedômetro	Uso	Uso	Uso	Retirada do pedômetro

Figura 2 - Diagrama sobre o uso do pedômetro pelos pacientes no pós operatorio de cirurgia cardíaca

Fonte: elaborado pela equipe de pesquisa

4.7 Descrição dos métodos para avaliação da capacidade física do protocolo de fisioterapia habitual em comparação à utilização do cicloergômetro durante a fase hospitalar da Reabilitação Cardíaca (método e desfecho do objetivo1)

4.7.1 Randomização

Após identificação da população elegível, atendendo aos critérios de inclusão e exclusão, foi realizada a alocação dos pacientes com sequência randômica, estratificada por tipo de cirurgia, ou seja, houve uma randomização para o grupo de pacientes de revascularização e outra para a cirurgia valvar. A numeração randômica foi obtida através da ferramenta digital www.randomizer.org. A distribuição randômica de cada grupo cirúrgico foi organizada em envelopes sequenciais, opacos, lacrados, por um participante alheio a coleta e avaliação.

Tais envelopes foram levados para a UCV em caixas distintas (uma para os envelopes da cirurgia de revascularização e uma para os envelopes da cirurgia de troca valvar) e, ao abrir o envelope, o número identificado no papel, traduziu o grupo que o indivíduo fez parte: grupo controle ou grupo cicloergômetro. Os pacientes alocados no grupo Controle (GC) executaram cinesioterapia ativo assistida, de acordo com o protocolo da instituição; e, o grupo Cicloergômetro (GCi) utilizou este equipamento substituindo a cinesioterapia. Ambos os grupos iniciaram suas atividades até 18 horas de chegada na UCV para evitar desigualdades quanto ao início da mobilização precoce.

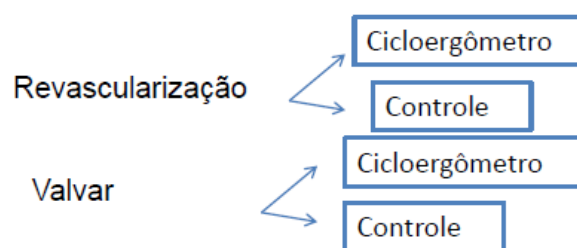


Figura 3 - Randomização dos pacientes em cada tipo de cirurgia

4.7.2 Monitorização durante a coleta

Antes de qualquer intervenção, todos os pacientes foram novamente avaliados quanto aos critérios de mobilização: FC (40-120)bpm, PAS (100-180)mmHg, PAM (65-110)mmHg, FR menor que 35ipm, e SpO₂ maior que 90% com FiO₂ menor que 31%, sem o uso de drogas vasoativas ou em processo de desmame dessas⁽¹²¹⁾. Como critérios de interrupção, foram utilizados, apresentação de palidez ou cianose, diaforese, dispnéia ou angina, saturação periférica de oxigênio (SpO₂) <90%, elevação da frequência cardíaca (FC) >30% da encontrada em repouso, alterações na pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) superiores a 20% do basal ou se o fisioterapeuta do tratamento tivesse outras preocupações em relação à segurança do paciente^(107,121). Os fisioterapeutas pertencentes à pesquisa acompanharam durante todo tempo a realização do exercício em ambos os grupos para garantir a segurança da intervenção.

Os dados hemodinâmicos e respiratórios (PAS, PAD, FR, FC e SpO₂) foram obtidos imediatamente antes da atividade e após o término de cada membro através do monitor multiparamétrico *Gemedical Systems*[®]- modelo B40. Para avaliação da percepção subjetiva de esforço foi utilizada a escala de Borg adaptada (0-10)(Anexo III).

Os pacientes foram familiarizados com a escala de BORG adaptada (Borg CR-10 Escala[®]) antes de cada sessão de exercício⁽¹²³⁾. Também foram autorizados a descansar conforme necessário dentro das sessões de exercício, no entanto, essas pausas não foram estendidas além de 1min. O oxigênio suplementar foi utilizado durante as sessões de exercício, se a saturação de oxigênio em repouso (SpO₂) fosse <92% ao ar ambiente.

Outras medidas como glicemia capilar (glicosímetro da marca Accu-Chek Safe T-Pro-Uno) e lactato capilar (lactímetro da marca Lactate Plus - Nova Biomedical) também foram mensurados imediatamente antes e após o exercício. Diariamente os pacientes foram avaliados quanto a dor pela Escala Analógica Visual (EAV) e estavam sob o mesmo protocolo de analgesia. Foram mantidos todos os equipamentos responsáveis pelas medicações, avaliação dos sinais vitais, drenos mediastínicos e torácicos durante os exercícios.

4.7.3 Intervenções

Os pacientes de ambos os grupos realizaram o mesmo protocolo de técnicas respiratórias, supervisionadas pelo fisioterapeuta da pesquisa, o qual incluiu exercícios respiratórios reexpansivos e técnicas de auxílio à higiene brônquica. As intervenções de ambos os grupos foram realizadas enquanto os pacientes permaneceram restritos ao leito, na UCV. A partir do momento em que o paciente já realizava deambulação na unidade, as atividades motoras, no leito, foram descontinuadas.

Grupo controle (GC)

Consistiu na realização de cinesioterapia ativa-assistida duas vezes em 24h, incluindo os dias de feriado, de acordo com a rotina da unidade. As sessões apresentam uma duração de 10 minutos em média, e progressão da atividade funcional até a realização de sedestação fora do leito e caminhada no corredor da UCV. Para esse protocolo foi realizada 1 série de 10 repetições em cada membro, sendo: 1) flexão diagonal de ombro até 90°; 2) Flexão de antebraço sobre o braço; 3) flexão de quadril e joelho (30 a 60°); 4) dorsoflexão e anteflexão dos pés e tornozelos.

Grupo Cicloergômetro ou Ciclo (GCi)

O cicloergômetro é um aparelho estável e estacionário, que simula o pedalar de uma bicicleta e pode ser usado para exercícios ativo-assistidos, ativos e, até, resistidos, em membros superiores e inferiores. Foram utilizados dois cicloergômetros, das marcas Mini Bike/ Bicicleta Portátil - Simulador Ergométrico e Mini Bike Acte para realização do exercício, sendo os indivíduos orientados a girar o pedal de forma contínua ativamente, com velocidade máxima, sem imposição de carga pelo aparelho, inicialmente com os membros superiores e, em seguida, com os membros inferiores. Durante as intervenções, a presença do dreno mediastínico ou, por ventura, torácico, não impossibilitou a mobilização; o mesmo se aplicou a todos os equipamentos responsáveis pelas medicações e avaliação dos sinais vitais no leito. Esta abordagem foi realizada duas vezes ao dia, até a alta da UCV, durante todos os dias da semana. O tempo de realização foi de cinco minutos para membros superiores e, após cinco minutos de descanso, mais cinco minutos em membros inferiores. Nos casos de interrupção breve da atividade pelo paciente, o cronometro foi pausado e reacionado quando o mesmo voltar a realizar o ciclo. Quando essa pausa foi superior a 30 segundos, todo o exercício foi retomado após 30 minutos.

Para a realização do cicloergômetro dos membros superiores, os pacientes foram posicionados com cabeceira elevada a 60°, o ciclo foi colocado na sua frente, apoiado sobre a mesa móvel de apoio do leito, dando assim estabilidade para sua realização. Nos membros inferiores, a cabeceira foi reduzida a 30° de elevação para possibilitar melhor adaptação aos pedais e evitar flexões e movimentos compensatórios de quadril, sendo o ciclo posicionado na cama do mesmo e apoiado pelo pesquisador, evitando deslocamentos.

Quadro 1 - Descritivo de protocolos de exercícios designados para ambos os grupos na UCV e na unidade de internação

		Grupo cicloergômetro	Grupo controle
Terapia intensiva	1° DPO (2X dia)	Cicloergômetro no leito 5' MMSS + 5' pausa + 5' MMII Exercícios respiratórios	Cinesioterapia ativo assistida livre de membros, no leito + Exercícios respiratórios
	2° DPO (2X dia)	Cicloergômetro no leito 5' MMSS + 5' pausa + 5' MMII Exercícios respiratórios	Cinesioterapia ativo assistida livre de membros, no leito + Exercícios respiratórios
	2° DPO (a tarde) ou 3° DPO	Ortostase e caminhada na UCV	Ortostase e caminhada na UCV
Unidade de internação	3° ao 7° DPO	Exercícios respiratórios e caminhada com distancias crescentes	

DPO= dia pós operatório; MMSS= membros superiores; MMII=membros inferiores.

4.7.4 Medida da velocidade de marcha (desfecho do objetivo 1)

Após a alta da UCV e transferência para a enfermaria, os pacientes realizaram o teste de caminhada de 10 metros, para obter a medida da velocidade de marcha. Esta medida foi mensurada antes da primeira caminhada em enfermaria sob acompanhamento da equipe de fisioterapia. No teste, os pacientes foram instruídos a caminhar, sem auxílio, em velocidade máxima, com um comando verbal simples, em uma distância retilínea de 10m. Foi utilizada uma distância de 2m no início e no final do percurso, para eliminar assim os componentes de aceleração e desaceleração. O tempo foi cronometrado por 1 (hum) único observador através

de cronometro instalado no iPhone 7, enquanto o paciente esteve percorrendo os 10m. A velocidade foi obtida pela divisão entre a distância percorrida em metros e o tempo cronometrado em segundos.

Os fisioterapeutas responsáveis pela avaliação foram cegos para a alocação e foi solicitado aos pacientes que não relatassem qual exercício haviam feito na UCV. Todos os avaliadores foram treinados para essa aferição.

4.8 Dados Adicionais

4.8.1 Informações sociodemográficas, clínicas e cirúrgicas

Para caracterizar a amostra, essas informações foram colhidas através do prontuário ou a partir do paciente e seus familiares.

4.8.2 Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)

O nível de atividade física prévia foi identificado através do Questionário Internacional de Atividade Física⁷², versão oito (IPAQ - versão curta), (Anexo II), sendo os participantes classificados como, “insuficiente ativos B” ou “sedentários”, a partir das atividades físicas realizadas nas duas últimas semanas. Depois os pacientes classificados categorizados em apenas 2 grupos agrupando os pacientes “muito ativos” e “ativos”, compondo o **grupo ativo**; e, os pacientes “insuficiente ativos A e B” ou “sedentários” ficaram contidos no **grupo sedentários**.

4.9 Análise Estatística

Para elaboração do banco de dados, análise descritiva e analítica, foi utilizado o software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 15.0 para *Windows*. A normalidade das variáveis foi verificada através da análise descritiva e do teste *Kolmogorov-Smirnov*, sendo a análise descritiva tida como soberana em caso de discordância. Os resultados foram apresentados por meio de tabelas, gráficos e ou figuras; as variáveis categóricas expressas em valores absolutos e percentuais – n (%). As variáveis contínuas com distribuição normal foram expressas em média e desvio padrão (\pm DP), e aquelas com distribuição assimétrica, em mediana e intervalo interquartil (IQ).

4.9.1 Análise Estatística - Objetivo 1

Para análise das variáveis categóricas foi aplicado o teste Qui-quadrado (χ^2). O teste t de Student foi usado para a comparação das médias das velocidades de marcha entre os grupos, tempo de internamento e os subgrupos de análise por atividade física prévia. O teste t de Student intragrupos comparou as respostas cardiorrespiratórias antes e após a intervenção de cada grupo. Um valor de p bivariado $< 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo para todas as análises. Em se tratando de uma alocação randomizada, as características basais dos dois grupos foram descritas, porém não comparadas estatisticamente.

O estudo foi planejado para ter poder de 80% (alfa bicaudal = 5%) para detectar uma diferença de 0,17 m/s na velocidade de marcha entre os grupos, em se considerando desvio-padrão de 0,16 m/s no grupo cicloergômetro e 0,11 m/s no grupo controle⁶⁸. O valor de 0,17m/s representa uma estimativa clinicamente importante para designar o desfecho de suporte de reabilitação após a alta hospitalar. Para isso se fariam necessários 36 pacientes por grupo, sendo adotado esse quantitativo por cirurgia em cada grupo. Para alcançar o número de 72 pacientes em cirurgia valvar, que é menos freqüente, foi necessário incluir pacientes por mais tempo no estudo, por isso a determinação de tempo para final da coleta foi o alcance de pacientes para cirurgia valvar, ainda que isso significasse um número maior de pacientes recrutados durante o período.

4.9.2 Análise Estatística - Objetivo 2

Na descrição da amostra, o tempo de circulação extra-corpórea, ventilação mecânica e UCV apresentaram distribuição não normal, sendo representadas como mediana e intervalo interquartil, e as demais se apresentaram como simétricas, com representação em média e desvio padrão. Para a análise inferencial, na comparação das variáveis circulatórias e respiratórias foi utilizado o teste *T student* pareado para a análise entre o decúbito dorsal e a sedestação; posteriormente entre o decúbito dorsal e a ortostase. O nível de significância adotado foi de 5%.

O poder amostral deste estudo foi obtido através da calculadora *WinPepi* (publichealth.jbpub.com/book/gerstman/winpepi.cfm). Foi selecionado o comando *Pairs* com um número amostral de 83 pessoas, considerando a variável frequência cardíaca, onde foi utilizado o desvio padrão do primeiro momento de mensuração (decúbito dorsal) de 12,89 bpm, e do segundo momento de mensuração (sedestação) de 14,69 bpm, para detecção de

uma diferença de 5,5 bpm, com um coeficiente de correlação de 0,85, e um nível de significância de 5%, resultando em um poder de 100%.

4.9.3 Análise Estatística - Objetivo 3

Na descrição da população, o tempo de dreno, ventilação mecânica e tempo de terapia intensiva apresentaram distribuição não normal, sendo representadas como mediana e intervalo interquartil, e as demais se apresentaram como simétricas, com representação em média e desvio padrão. O teste *Mann-Whitney* foi utilizado para comparação das medianas do número de passos entre os tipos de cirurgia e sexo. As diferenças de medianas entre os níveis de atividade física, obtidos por meio do teste *Kruskal-Wallis*. Para a análise das correlações entre idade, índice de massa corpórea (IMC), tempo de terapia intensiva, dreno, ventilação mecânica (VM) e restrição ao leito com o número de passos foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman*. Os três dias de uso do aparelho foram comparados através do teste de *Friedman*, com *post hoc* feito através do teste *Wilcoxon* com correção de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de 5%.

O poder amostral foi obtido através da calculadora WinPepi (publichealth.jbpub.com/book/gerstman/winpepi.cfm). Selecionado o comando Etcetra com um n de 87 pessoas, para obter um coeficiente de correlação de 0,4, e um nível de significância de 5%, resultando em um poder de 97,3%. Para alcance desse número amostral a coleta do objetivo 3 estendeu-se até o mês de março de 2017.

4.10 Considerações éticas

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital Santa Izabel, sob o seguinte CAAE: 55241616.6.0000.5520, em consonância com a Resolução nº 466/12. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo. Este ensaio clínico possui o Registro: RBR-8ysb3 no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC).

5 RESULTADOS

5.1 Características da Amostra

De 01 de junho a 20 de dezembro de 2016, um total de 247 pacientes foram convidados a participar do estudo. Após a cirurgia, 35 participantes foram excluídos: 17 por instabilidade hemodinâmica, 07 por alteração do nível de consciência, 06 por manutenção em ventilação mecânica, 03 por impossibilidades neuromusculares e 02 óbitos intra operatórios, restando 212 pacientes que foram randomizados para grupo cicloergômetro (104) e controle (108).

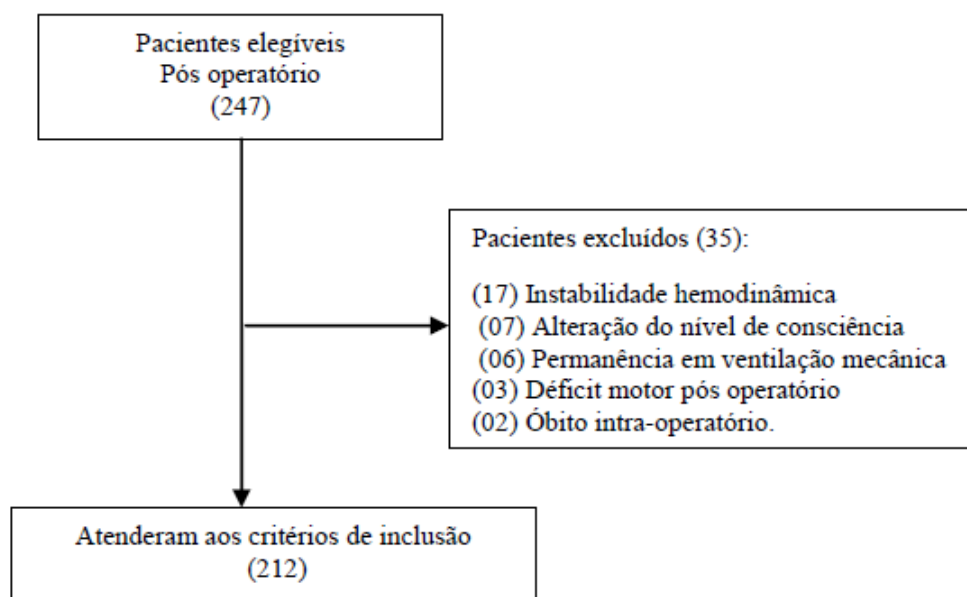


Figura 4 - Fluxograma da distribuição dos pacientes selecionados durante o estudo

As características dos pacientes incluídos em cada grupo foram comparadas na tabela 2. A randomização proporcionou uma alocação com amostras similares. A amostra de ambos os grupos consistiu de 55% homens no grupo ciclo vs. 60% no grupo controle, onde a média de idade para o grupo Ciclo foi de 56 ± 12 anos e no grupo Controle de 59 ± 13 . O índice de massa corpórea (IMC) apresenta uma população variando entre eutróficos e com leve sobrepeso nos grupos ($25 \pm 4,3$ Kg/m² no cicloergômetro vs $25 \pm 3,9$ Kg/m² no controle). Para ambos os grupos, grande parte de sua população foi considerada ativa, segundo o questionário de atividades físicas IPAQ - versão curta, com 37 (51%) pacientes no grupo cicloergômetro e 47 (53%) no grupo controle.

Tabela 2 - Perfil antropométrico e clínico dos pacientes do grupo controle e cicloergômetro antes da intervenção

	Cicloergômetro (85)	Controle (102)
Idade (anos)*	56 ± 12	59 ± 13
Sexo masculino‡	47 (55%)	62 (60%)
IMC (Kg/m ²)*	25 ± 4,3	25 ± 3,9
Revascularização‡	49 (57,6%)	63 (61,8%)
Fração de Ejeção do VE (%)*	61 ± 13	62 ± 11
Nº pacientes FE<50%‡	14 (16%)	10 (10%)
Tempo de CEC (min)†	90 (65-117)	95 (75-120)
Tempo de terapia intensiva (dias)†	2 (2-3)	2 (2-3)
Tempo de ventilação mecânica (horas)†	5,6 (3,4-8,6)	4,6 (3,3-7,4)
Tempo de permanência/dreno mediastínico (horas)†	28 (22-36)	28 (24-37)
Tempo/deambulação (horas)§	45 ± 21	46 ± 18
IPAQ‡		
Ativo/Muito ativo	37 (51%)	47 (53%)
Parcialmente ativo/Sedentário	36 (49%)	41 (47%)

IMC: índice de massa corpórea; VE: ventrículo esquerdo; FE: fração de ejeção; CEC: circulação extracorpórea; IPAQ: questionário internacional de atividade física; (*) dados expressos em média ± DP (teste T de Student não pareado); (†) mediana; IQ intervalo interquartil, teste de Mann-whitney; (‡) número absoluto (porcentagem), qui quadrado; (§) Tempo para sair do leito e começar a deambulação na terapia intensiva.

A revascularização miocárdica foi o procedimento cirúrgico mais freqüente nos dois grupos, em comparação a cirurgia valvular (57% no grupo Ciclo e 61,8% no grupo controle). A porcentagem de pacientes com fração de ejeção de ventrículo esquerdo abaixo de 50% foi similar em ambos os grupos, representando 10 a 16% de pacientes com disfunção. A maior parte dos pacientes apresentou tempo de circulação extracorpórea abaixo dos 120 minutos e o tempo de ventilação mecânica no grupo Ciclo teve uma mediana de 5,6 horas (3,4 – 8,6) semelhante ao grupo Controle com 4,6 horas (3,3 – 7,4). Também não houve diferença no nível de atividade física prévia, mensurada pelo IPAQ entre os grupos.

Todos os pacientes incluídos foram submetidos a procedimentos eletivos, com características clínicas prévias semelhantes. A presença de comorbidades entre os grupos também não apresentou diferença com 57 (67,9%) de pacientes hipertensos no grupo ciclo e 66 (64,7%) no

grupo Controle, e 21(25%) portadores de diabetes melitus no grupo Ciclo vs 33(25%) no grupo Controle. Tabela 3.

Tabela 3 - Comorbidades dos pacientes no período anterior à cirurgia cardíaca (n, %)

	Cicloergômetro (n=85)	Controle (n=102)	p
HAS	57(67,9)	66(64,7)	0,76
Diabetes Melitus	21(25)	33(25)	0,33
IAM prévio	6(7,1)	14(13)	0,16
Tabagismo	6(7,1)	12(11,8)	0,32
Febre reumática	6(7)	8(8)	1
Insuf. renal crônica	1(1)	3(3)	0,62

HAS: hipertensão arterial sistêmica; Insuf: insuficiência. Qui quadrado.

Ambos os grupos foram submetidos a uma mediana de 3 sessões durante os dias de internamento na UCV, sendo que o grupo Ciclo apresentou uma mediana de 3(intervalo interquartil de 1-4) e o grupo controle uma mediana de 3 (intervalo interquartil de 3-4). Esse baixo número de sessões deve-se a inclusão de pacientes com poucas complicações cirúrgicas e a celeridade de alta desta UCV.

5.2 Resultados do Objetivo Específico Primário (Objetivo 1)

Durante a intervenção, 19 participantes do Grupo cicloergômetro (GCi) não concluíram a sessão de exercício, onde 10 relataram desconforto muscular durante a sessão, 05 referiram dor; 03 apresentaram arritmia com impacto hemodinâmico durante a sessão;e, 1 recusou continuar no estudo. No Grupo Controle (GC), 04 pacientes referiram dor e 2 apresentaram arritmias com repercussão hemodinâmica. As dores foram atribuídas à incisão cirúrgica da esternotomia ou à safenectomia que impossibilitaram a continuidade da sessão. Arritmias durante o exercício foram observadas em ambos os grupos, havendo a necessidade de suspensão do protocolo nos pacientes que apresentaram repercussão clínica. Não foi observada, durante o exercício, perda aguda de sangue ou abertura de ferida operatória. Por se tratar de um estudo exploratório, esses pacientes foram excluídos da análise de dados, ficando na análise apenas os pacientes que realizaram o exercício de ambos os grupos. Após essas perdas e exclusões, a população final do estudo foi de 85 participantes para o grupo cicloergômetro e 102 para o grupo controle. Nenhum paciente apresentou descência de sutura

ou perda de acessos ou drenos durante a execução dos exercícios. A figura 5 detalha o fluxograma com a participação dos pacientes.

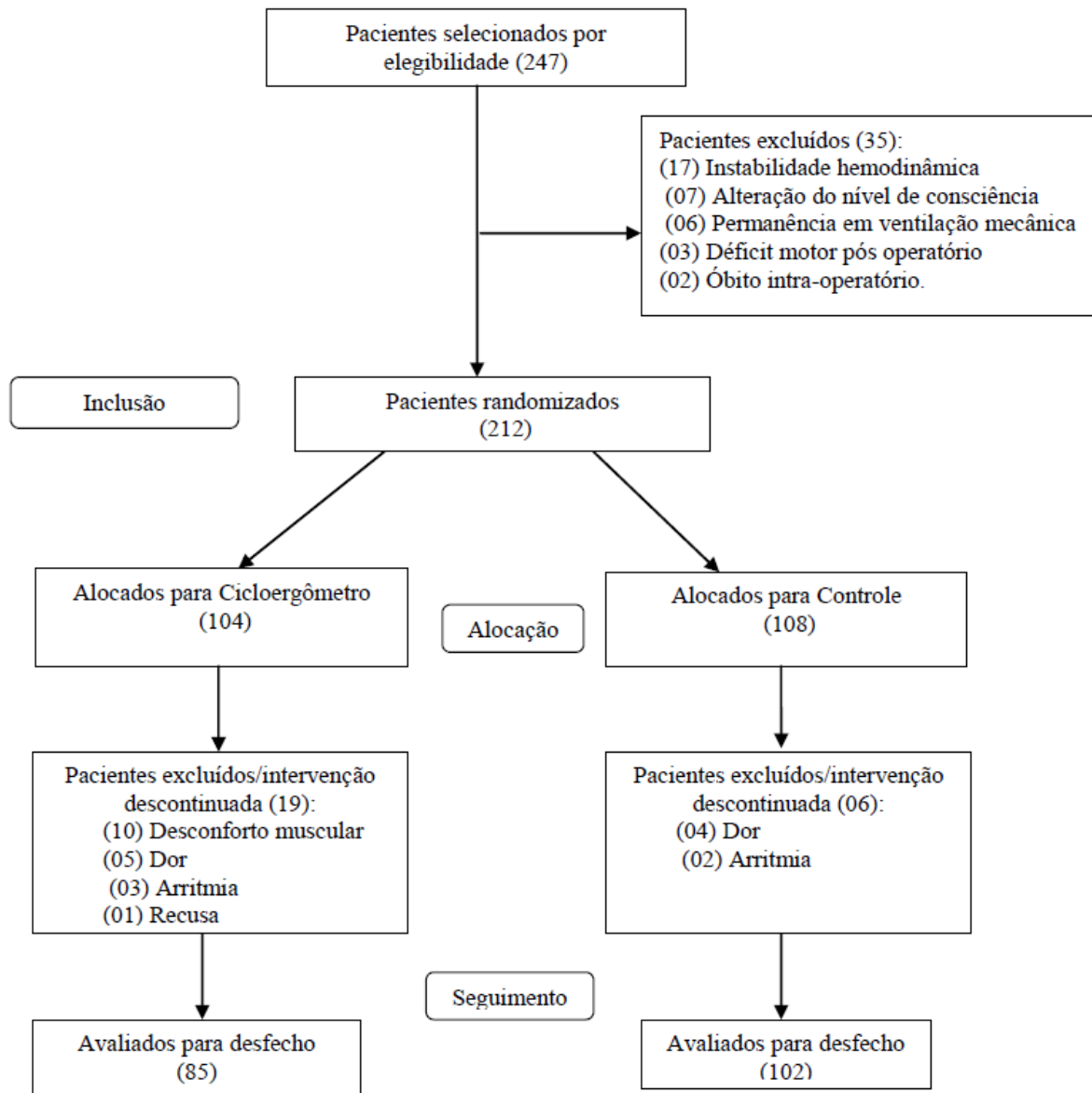


Figura 5 - Fluxograma da distribuição dos pacientes durante o estudo, segundo CONSORT 2010 para ensaios clínicos não farmacológicos.

O efeito da mobilização de ambos os grupos sobre as variáveis cardiorrespiratórias pode ser visto na tabela 4. Todas as sessões, com exceção dos pacientes que apresentaram arritmias, mantiveram-se dentro dos critérios de mobilização segura, sem interrupção do exercício. O exercício no grupo Controle provocou a alteração na frequência cardíaca e no lactato,

enquanto que no grupo Ciclo promoveu a variação significativa da pressão arterial sistólica, diastólica, a frequência cardíaca e respiratória, bem como o lactato.

Tabela 4 - Variação das medidas hemodinâmicas e metabólicas antes e após todas as sessões nos dois grupos

	Cicloergômetro (85)			Controle (102)		
	Antes	Depois	p	Antes	Depois	p
PAS (mmHg)	120 ± 19	125 ± 20	0,01	123 ± 17	126 ± 19	0,19
PAD (mmHg)	62 ± 9	60 ± 12	0,04	61 ± 9	61 ± 8	0,72
PAM (mmHg)	80 ± 10	79 ± 11	0,18	82 ± 13	81 ± 13	0,18
FC (bpm)	89 ± 11	93 ± 13	0,001	84 ± 13	86 ± 11	0,03
FR (ipm)	17 ± 4,7	22 ± 6	<0,001	17,6 ± 5,9	17 ± 3	0,61
Lactato (mmol/l)*	3,4 (2,3-4,6)	3,8 (2,8-4,9)	0,001	2,8 (2-3,9)	3,5 (2,5-4,8)	0,004
Glicemia (mg/dl)	171 ± 38	175 ± 37	0,5	174 ± 35,1	176 ± 38	0,5

Dados expressos em média ± DP (teste T de Student pareado). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória. (*) mediana e intervalo interquartil (teste de Wilcoxon).

A tabela 4 apresenta a variação dos resultados cardiorrespiratórios e metabólicos entre os grupos. Nessa análise, a variação da frequência respiratória (3 (1-6) vs 2 (-3-3) ipm), pressão arterial diastólica (-2 (-7-2) vs -0,5 (-4-3) mmHg) e percepção de esforço (9 ± 2 vs 8 ± 1) foram significativamente mais elevadas no grupo cicloergômetro, porém, essa diferença não representa uma variação clínica que modifica o estado hemodinâmico ou metabólico entre os grupos. A percepção do esforço foi traduzida como um exercício de baixa a moderada intensidade para ambos os grupos através da escala de BORG, e os pacientes não apresentaram dessaturação durante o exercício permaneceram em ar ambiente ou fazendo uso de oxigênio a baixo fluxo (até 2l/min). A variação observada pelo lactato intragrupo foi inferior a 1mmol/L, caracterizando a atividade em intensidade moderada e não houve diferença na comparação da diferença de ambos os grupos.

Tabela 5 - Variação das medidas hemodinâmicas e metabólicas entre os grupos

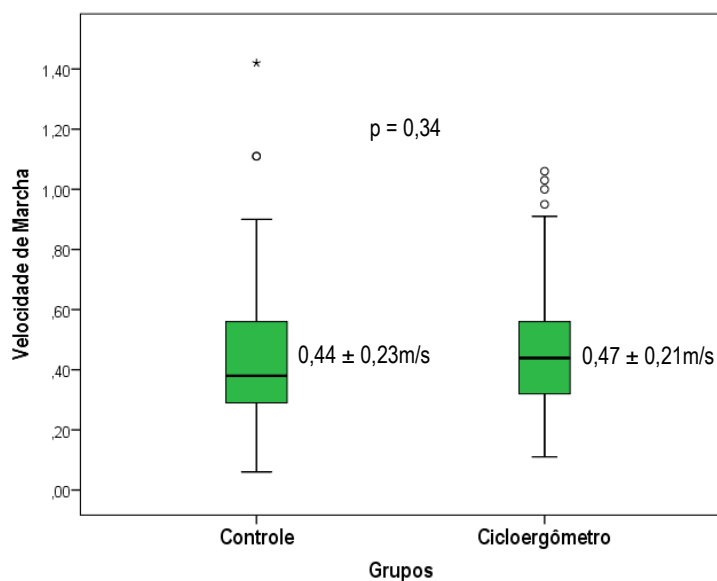
	Cicloergômetro	Controle	p
Variação de PAS (mmHg)	3(-3 - 13)	5,5(-4,7- 9,7)	0,82
Variação de PAD (mmHg)	-2(-7 - 2)	-0,5(-4 - 3)	0,04
Variação de PAM (mmHg)	-2(-5 - 3)	-2(-4 - 5)	0,69
Variação da FC (bpm)	2(1 - 6)	2(0 - 5)	0,28
Variação da FR (ipm)	3(1 - 6)	2(-3 - 3)	0,02
Variação do lactato (mmol/l)	0,5(0,1 - 1)	0,6(0,2 - 1,2)	0,40
Variação da glicemia (mg/dl)	2,5(-8 - 10,5)	1,5(-7,7 - 11)	0,83
BORG (6-20)*	9,9 ± 2,84	8,2 ± 1,8	0,009

Dados expressos em mediana; IQ intervalo interquartil, teste de Mann-whitney. (*) média ± DP (teste T de Student não pareado). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; BORG: escala de percepção do esforço de 6 a 20.

Eficácia Comparativa do Cicloergômetro

A medida de velocidade de marcha (10 metros) obtida logo após a alta do paciente da UCV para a enfermaria foi semelhante entre os grupos ($0,47 \pm 0,21\text{m/s}$ vs. $0,44 \pm 0,23\text{m/s}$; $p = 0,34$).

Figura 06.

**Figura 6** - Comparação da velocidade de marcha entre os grupos

Na avaliação do tempo de permanência hospitalar e na UCV, o cicloergômetro não produziu variações significativas, com duração de 9 dias de permanência do procedimento até a alta (permanência hospitalar) e 2 dias de UCV nos dois grupos.

Tabela 6 - Comparação do tempo de internamento e em UCV entre os grupos

	Cicloergômetro (85)	Controle (102)	p
Tempo de UTI (dias)	2 (2-3)	2 (2-3)	0,27
Tempo total de internamento (dias)	9 (7-17)	9 (7-15)	0,66

Dados expressos em mediana; IQ intervalo interquartil, teste de Mann-whitney UTI: unidade de terapia intensiva.

A comparação da velocidade de marcha não apresentou diferença significativa entre os grupos quando comparados nos subgrupos sexo, tipo de cirurgia ou nível de atividade física prévia. Tabela 7.

Tabela 7 - Comparação da velocidade de marcha entre indivíduos ativos e sedentários e homens e mulheres de cada grupo

	Cicloergômetro	Controle	p
Homens	0,49(0,37 - 0,62)	0,45(0,31 - 0,63)	0,35
Mulheres	0,37(0,3 - 0,5)	0,32(0,21 - 0,45)	0,35
Revascularização	0,42(0,31 - 0,53)	0,37(0,25 - 0,52)	0,42
Valvar	0,5(0,35 - 0,69)	0,41(0,31 - 0,61)	0,27
Ativo	0,5(0,35 - 0,72)	0,44(0,31 - 0,56)	0,18
Sedentário	0,37(0,3 - 0,52)	0,35(0,23 - 0,57)	0,52

Dados expressos em mediana; IQ intervalo interquartil, teste de Mann-whitney. TI: unidade de terapia intensiva. Valores de velocidade de marcha expressos em de m/s.

5.3 Resultados do Objetivo Específico Secundário (Objetivo 2)

Dos 108 pacientes selecionados no grupo controle, 10 foram excluídos por ausência de coleta de dados; 8 (oito) não realizaram ortostase antes de sair da UCV; 3 (dois) apresentaram hipoatividade e sonolência; 2(dois) arritmia e 2 (dois) se recusaram (distúrbio intestinal e dor), resultando em um total de 83 indivíduos.

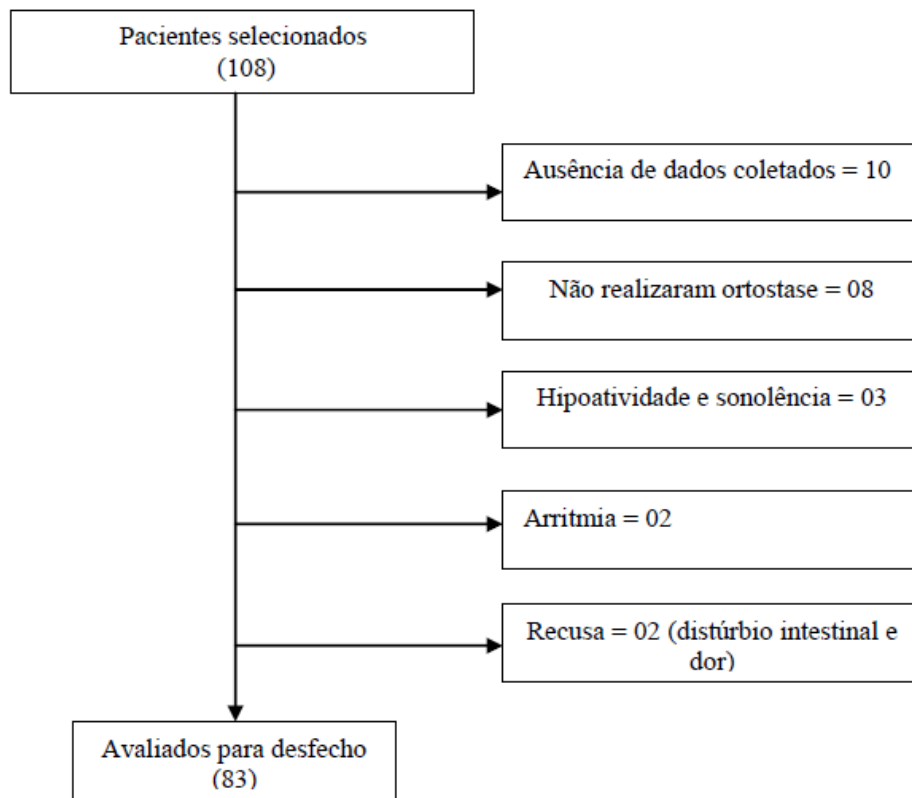


Figura 7 - Fluxograma de pacientes incluídos para a avaliação de estresse gravitacional

Na tabela 8 estão apresentadas as principais características clínicas e demográficas desta população. A idade média encontrada foi de $59,08 \pm 13,17$ anos, onde 59% realizaram a cirurgia de revascularização do miocárdio, com predominância do sexo masculino (55,4%). Entre os fatores de risco associados, os mais presentes foram: hipertensão (63,3%) e diabetes (30,1%).

Tabela 8 - Características clínicas e cirúrgicas de 83 indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca, submetidos ao estresse gravitacional

Variável Analisada	Média ± DP
Idade (anos)	59,08 ± 13,17
Índice de massa corpórea (kg/m ²)	26,23 ± 4,33
Fração de ejeção (%)	62,26 ± 12,87
	Mediana (IQ)
Tempo de circulação extracorpórea (minutos)	95 (65 – 120)
Tempo de ventilação mecânica (horas)	5,08 (3,33 – 9)
Tempo de internamento em terapia intensiva (dias)	2 (2 – 3)
Sexo	n (%)
Masculino	46 (55,4)
Tipo de cirurgia	
Revascularização do Miocárdio	49 (59)
Cirurgia Valvar	34 (41)
Doenças associadas	
Hipertensão	55 (66,3)
Diabetes	25 (30,1)
Dislipidemia	18 (21,7)
Tabagismo	9 (10,8)
Insuficiência cardíaca congestiva	8 (9,6)
Obesidade	1 (1,2)

DP = desvio-padrão e IQ = intervalo interquartil

As variáveis hemodinâmicas e respiratórias se mantiveram dentro da faixa de normalidade esperada nos três momentos em que foram avaliadas, conforme demonstrado na tabela 9. Os valores de FC e FR apresentaram um aumento significativo, quando analisado seus valores de variação de decúbito dorsal para sedestação e decúbito dorsal para ortostase.

Tabela 9 - Comportamento das variáveis hemodinâmicas e respiratórias durante o estresse gravitacional de 83 indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca

Posição	Decúbito Dorsal	Sedestação	p (1)	Ortostase	p (2)
Pressão arterial sistólica	127,5±19,9	126,5±22,8	(p=0,67)	131±26,8	(p=0,10)
Pressão arterial diastólica	67±11	67,1±11,9	(p=0,87)	69,5±12,5	(p=0,05)
Pressão arterial média	89,4±13,8	89,8±13,9	(p=0,91)	92±15,9	(p=0,11)
Frequência cardíaca	85,8±12,7	91,3±14,6	(p=0,00)[¥]	92,7±15,5	(p=0,00)[¥]
Frequência respiratória	18,3±4,7	20,3±4,4	(p=0,002)[¥]	19,9±5,1	(p=0,08)[¥]
Saturação periférica de O ₂	94,8±2,5	94,7±2,6	(p=0,78)	94,9±2,6	(p=0,50)

O₂=oxigênio. Teste *T-student* para amostras pareadas; p (1) = análise entre o momento de decúbito dorsal para sedestação p (2) = entre o decúbito dorsal e a ortostase. [¥]p < 0,01.

5.4 Resultados do Objetivo Específico Secundário (Objetivo 3)

A amostra foi composta de acordo com a Figura 8, resultando em 87 indivíduos incluídos no estudo. Para atingir o número amostral a coleta para esse desfecho necessitou ser ampliada até março de 2017.

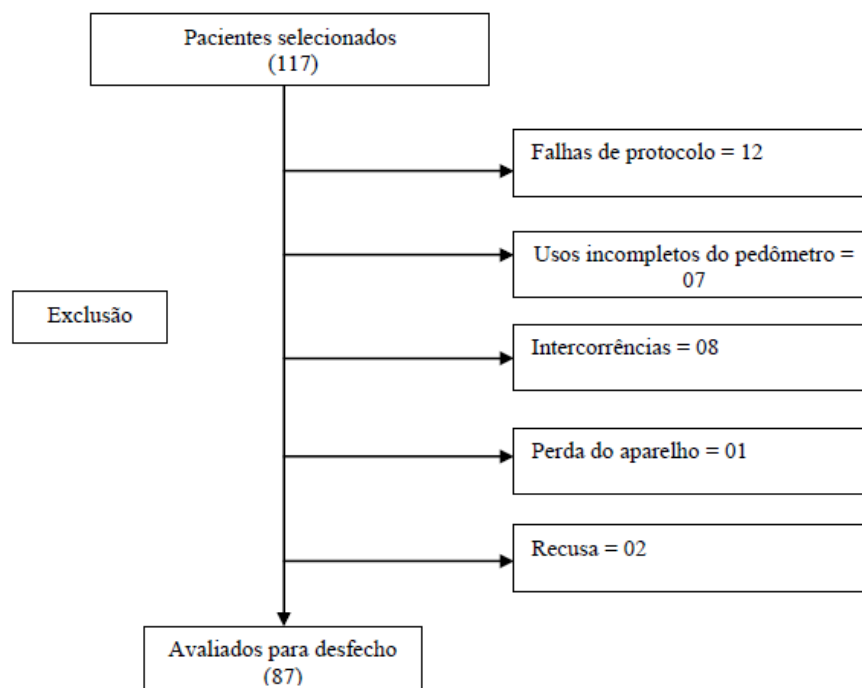


Figura 8 - Fluxograma de pacientes incluídos para a avaliação do número de passos

A idade média da amostra foi de $58,70 \pm 12,59$ anos, onde 52 (59,8%) eram do sexo masculino, com IMC médio de $25,97 \pm 3,86$ kg/m². Quanto à cirurgia, 53 (60,9%) submeteram-se à RM, enquanto 34 (39,1%) à CV. O número de passos total apresentou uma mediana de 738 (185 – 1557) passos. De acordo com o questionário IPAQ, 51 (59,3%) foram considerados ativos, 26 (30,2%) irregularmente ativos e nove (10,5%) sedentários. Os dados clínicos e pós cirúrgicos estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados clínicos e pós-cirúrgicos dos indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Variável Analisada	Média ± DP
Idade (anos)	58,70 ± 12,59
IMC (kg/m ²)	25,97 ± 3,86
Restrição ao leito (horas)	46,74 ± 19,78
	Mediana (IQ)
Tempo de VM (horas)	5,08 (3,50 – 8,54)
Tempo de Dreno (horas)	28,40 (24,66 – 37,25)
Tempo de UTI (dias)	02 (2 - 3)
Número de passos	738 (185 – 1557)
Sexo	n (%)
Masculino	52 (59,8%)
Tipo de Cirurgia	
Revascularização do Miocárdio	53 (60,9%)
Cirurgia Valvar	34 (39,1%)

IMC = Índice de massa corpórea; VM = Ventilação Mecânica; UTI = Unidade de Terapia Intensiva

Quando comparados os três dias de uso do aparelho, identificamos que o número de passos foi maior com o passar dos dias de internamento, com uma relação estatisticamente significante ($p = 0,014$) no delta de 205,36 passos entre o primeiro e terceiro dia de uso do pedômetro, (Figura 9).

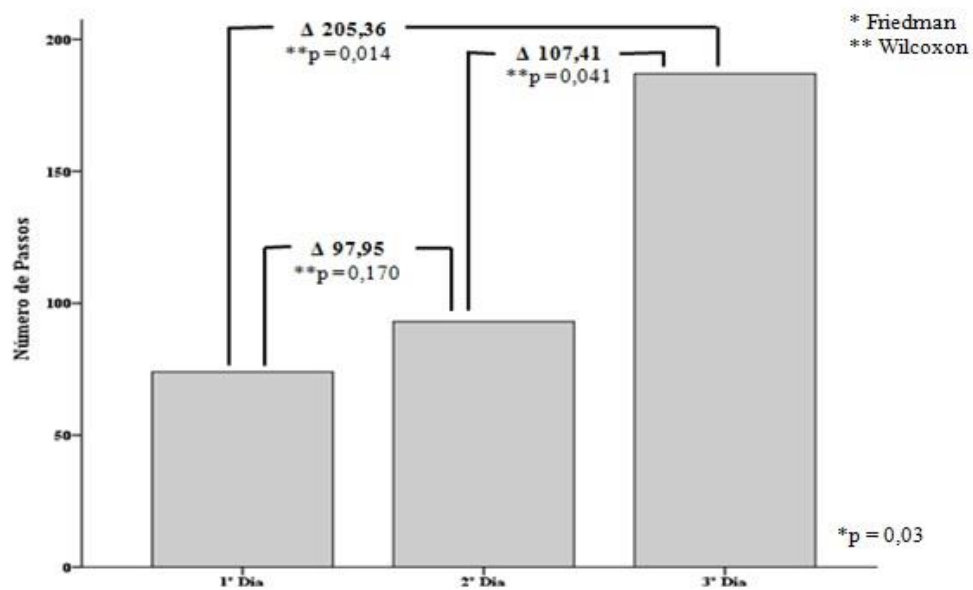


Figura 9 - Comparação de medianas entre os dias de utilização do pedômetro dos indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca

Na comparação das medianas do número de passos entre os sexos, foi encontrado que o sexo masculino possui maior mobilidade, quando comparado ao sexo feminino ($p = 0,04$), não sendo visto o mesmo entre os tipos de cirurgia. Apesar dos indivíduos sedentários obterem maior mediana de passos, não foi encontrada diferença entre os níveis de atividade física e a mobilidade ($p = 0,27$), Tabela 11.

Tabela 11 - Comparação de medianas do número de passos entre sexo, tipo de cirurgia e nível de atividade física em indivíduos no pós operatório de cirurgia cardíaca

Sexo	Número de Passos	p
Feminino	478 (134 – 841)	0,04*
Masculino	946 (235,25 – 1733)	
Tipo de Cirurgia		
Revascularização do Miocárdio	478 (176 – 1799)	0,45*
Cirurgia Valvar	841 (303,75 – 1438,75)	
Nível de Atividade Física		
Ativo	765 (299 – 1678)	0,27**
Moderado	456 (128 – 1371,5)	
Sedentário	1298 (54 – 2369)	

* Mann-Whitney ** Kruskal-Wallis

A mobilidade, representada pelo número de passos, não apresentou correlação com a idade, IMC, tempo de VM, restrição a leito ou dreno (Tabela 12), demonstrando relação leve e inversa com o tempo de internação na UCV ($r = -0,3 / p = 0,02$), Figura 12.

Tabela 12 - Correlação entre idade, IMC, tempo de VM, dreno, restrição ao leito e número de passos em indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca

Variáveis	Número de Passos (r)	p
Idade (anos)	-0,10	0,31
IMC (kg/m ²)	-0,09	0,36
Tempo de VM (horas)	-0,17	0,11
Tempo de Dreno (horas)	0,01	0,87
Tempo de Restrição do Leito (horas)	-0,09	0,40

VM: ventilação mecânica; IMC: índice de massa corpórea. Correlação de Spearman

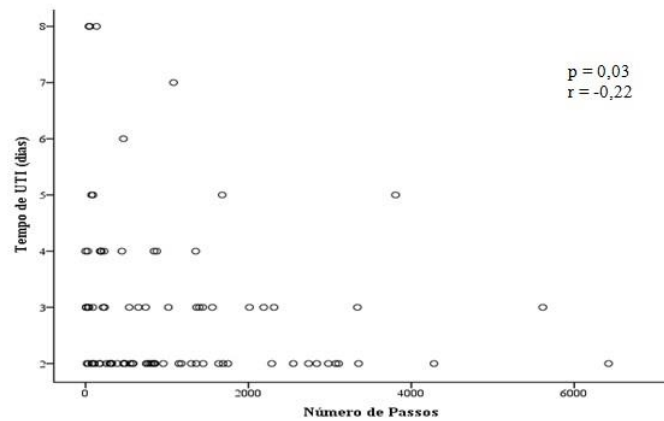


Figura 10 - Correlação entre tempo de UTI e número de passos dos indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

6 DISCUSSÃO

6.1 Desempenho físico após intervenção do cicloergômetro

O presente estudo não representa uma evidência a favor da idéia que o cicloergômetro incrementa o desempenho físico ou reduz tempo de internamento quando inserido no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, em substituição à cinesioterapia usual da fisioterapia.

Uma justificativa para isso foi o período de restrição ao leito relativamente curto (2 dias), conseqüentemente, poucas sessões foram realizadas. Essa realidade de novas técnicas cirúrgicas e cuidados pós cirúrgicos trouxeram estadias mais curtas, resultando em uma alta da UTI mais precoce⁽¹²⁴⁾. Embora os fatores que levem à fraqueza muscular iniciem nesta fase, a modalidade de exercício implementada neste período não promoveu resultados diferentes, fazendo-se a inferência que o estímulo propiciado nos grupos não gerou maior aproveitamento no sistema neuromuscular.

Os pacientes que realizaram cicloergômetro referiram um esforço levemente superior em relação ao exercício convencional, o que foi demonstrado através da referência ao esforço percebido (BORG), pelo aumento significativo da freqüência respiratória observada entre os grupos e pelo o número de pacientes que não conseguiram concluir a sessão de exercício por desconforto muscular e por dor. Este fato pode estar relacionado a imposição da resistência inerente ao sistema de roldanas do equipamento e a sustentação dos membros contra a gravidade por mais tempo, apesar do apoio dos pedais. No entanto, a variação observada pelo lactato antes e logo após caracteriza a intensidade de ambos os grupos como moderada.

Não foram evidenciadas, em ambos os grupos variações hemodinâmicas clinicamente significativas durante a atividade, no entanto 3 (três) pacientes no GCi e 2 (dois) no GC apresentaram arritmias. Essas situações refletem a necessidade de novos estudos envolvendo o ajuste de intensidade de esforço, ao tempo prescrito e o risco para essa população.

Vários estudos trazem as vantagens do uso do cicloergômetro para pacientes críticos, entretanto, parte deles apresentam grupo controle sem qualquer intervenção ou trazem o cicloergômetro como um recurso adicional ao protocolo dessas instituições^(109,125,126). Tratando-se de pacientes com afecções cardíacas, este achado corrobora com os estudos Hirschhorn et al e Trevisan et al os quais observaram a mesma efetividade na restauração da resposta funcional quando o cicloergômetro substituiu a atividade progressiva de caminhada, a partir do 3ºDPO^(112,115). Entretanto, Borges et al ao adicionar o cicloergômetro na UTI ao

tratamento usual, observou uma maior recuperação da resposta funcional comparado aos que não fizeram, possibilitando pensar que esta recuperação pode estar mais associada à dose do exercício e não exatamente ao tipo de recurso empregado⁽¹¹⁹⁾.

A velocidade de marcha, por sua vez, representa o desempenho físico e constitui uma ferramenta de análise prognóstica. Esse desempenho é capaz de traduzir a “idade biológica” e está contida em ferramentas preditoras cada vez mais acuradas para avaliação de cuidados e/ou mortalidade no pós-operatório de pacientes cardiopatas^(26,27,65,127). No estudo atual a média da velocidade de marcha em ambos os grupos foi de 0,4m/s, sendo obtida logo após a alta da UCV com o objetivo de verificar se as intervenções trariam reflexos no desenvolvimento da marcha; e, afastando a influencia de outros elementos terapêuticos ainda na fase hospitalar.

Os valores de velocidade de marcha, em outro estudo, durante a primeira caminhada após cirurgia cardíaca, demonstram que pacientes que perfaziam um resultado acima de 0,42m/s podem ter alta hospitalar sem necessidade de reabilitação aguda ou subaguda⁽⁶⁸⁾. Esses pontos de corte da velocidade de marcha permitem inferir a necessidade do paciente de serviços de reabilitação e a capacidade de adotar comportamentos de promoção da saúde após a cirurgia, independente de suas condições físicas prévias. No estudo atual a média da velocidade de marcha em ambos os grupos foi superior a 0,42m/s, ou seja, o desempenho físico na saída da UCV não foi influenciado pelo tipo de recurso utilizado no período imediatamente anterior, demonstrando que a intervenção possibilitou seguimentos na reabilitação cardíaca de forma similar.

Em vários estudos têm-se a diferença das medidas de velocidade de marcha entre homens e mulheres, sendo mais significativo em adultos do que em idosos, sobretudo acima de 70 anos. Os motivos atribuídos a essa diferença entre os sexos falam da força muscular de quadríceps e do volume de massa corporal presente no homem adulto os quais possibilitam melhor desempenho. Ao analisar as medidas de velocidade de marcha em cada sexo, nível de atividade física prévia ou tipo de cirurgia não foi vista diferença entre os grupos. Todos os pacientes apresentaram medianas de velocidade de marcha acima de 0,42m/s nos subgrupos, o que se traduz em indivíduos mais independentes para a reabilitação subaguda, com exceção das mulheres e dos indivíduos sedentários de ambos os grupos os quais historicamente já apresentam medidas mais reduzidas. Ainda assim o emprego do cicloergômetro no lugar do exercício habitual não possibilitou adaptações ou aferências neuromusculares diferentes,

sendo necessários recursos adicionais para esse período de recuperação física nesses subgrupos.

Com relação ao tipo de cirurgia, vale a pena ainda ressaltar que aspectos como: presença de safenectomia ou presença de drenos torácicos não se mostraram impeditivos à realização do exercício e com isso os pacientes de revascularização e de cirurgia valvar obtiveram medidas de desempenho semelhantes. Nenhum paciente apresentou ruptura de pontos da safenectomia ou perda de cateteres/drenos durante os exercícios.

A idade, fração de ejeção, IMC, tempo de circulação extra corpórea (CEC) e de ventilação mecânica geralmente são fatores que influenciam o desempenho físico dos pacientes após cirurgia cardíaca, no entanto, em relatos prévios, não apresentaram correlação com a velocidade de marcha, levando-se a inferir que esses fatores impactam em diferentes domínios⁽²⁶⁾. O estudo atual demonstrou que a substituição do exercício pelo cicloergômetro não modificou essa relação, provavelmente ambos os recursos terapêuticos agem de forma similar quanto ao desempenho físico.

Quanto ao tempo de permanência hospitalar, estudos prévios trazem que a implementação de cicloergômetro em pacientes críticos reduz a perda da capacidade funcional por restrição ao leito; e, por conseguinte reduz o tempo de internamento^(126,128). No presente estudo, ambos os grupos possuíam populações clinicamente semelhantes, estavam na mesma unidade, com as mesmas rotinas de *fast track* aplicados à anestesia, tempo de ventilação mecânica semelhante e controle glicêmico. Os pacientes de ambos os grupos permaneceram no leito no 1º DPO ou até a retirada do dreno mediastínico e, ao sair do leito, no 2ºDPO, caminhavam e recebiam alta da UCV, ou seja, a implementação de uma modalidade de exercício através do cicloergômetro não possibilitou alteração no tempo de internamento para um ambiente onde todos os processos clínicos já se encontram otimizados. Isso destaca a necessidade de estudos futuros para ajudar a definir melhor os candidatos que podem se beneficiar dos esforços de outros recursos terapêuticos enquanto estiverem na terapia intensiva.

Para adoção do cicloergômetro como recurso adicionado à prática regular na reabilitação cardíaca hospitalar há que se pensar na disponibilidade do equipamento (custo com a compra e manutenção), bem como cuidado para transporte e adequação do equipamento ao leito. Durante sua aplicação é necessária a presença do fisioterapeuta para garantir a segurança durante a atividade, a atenção aos critérios de segurança para mobilização⁽¹¹¹⁾, (condição

hemodinâmica e reserva cardiorrespiratória) e fatores externos (presença de cateteres, drenos e equipe multiprofissional envolvida no processo)^(129,130).

A ausência de dados sobre o desempenho físico no período prévio a cirurgia deve-se a impossibilidade de avaliação clínica de muitos pacientes nessa fase. É válido ressaltar que existe um comprometimento orgânico variável após a cirurgia cardíaca. A intervenção cirúrgica e o período de restrição ao leito sob ventilação mecânica promovem a perda de força, condicionamento e acionamento neural, prejudicando a correlação de testes funcionais antes da intervenção e seu resultado posterior. A avaliação prévia também pode apresentar muitas variações em razão do estado clínico do paciente naquele momento. Ainda assim, a randomização alocou pacientes com nível de atividade física prévia semelhante em ambos os grupos.

As limitações encontradas neste estudo consistem que ele foi desenvolvido em um único centro com pacientes estáveis. Dessa forma a extrapolação de seus dados devem guardar as devidas proporções. Também não houve controle preciso do ritmo desempenhado pelo paciente durante o exercício no grupo cicloergômetro e, dessa forma, as respostas podem ser diferentes. Outra limitação que deve ser citado diz respeito ao cicloergômetro utilizado, uma vez que não possibilitava estimar a resistência inerente das peças do aparelho para produzir o movimento ou detectar a velocidade que o paciente desempenhava durante o exercício.

A análise dos dados *per protocolo* possibilitou a realização de um estudo de caráter exploratório, baseado na geração da hipótese em que o cicloergômetro oferecia ganhos adicionais comparado aos exercícios habituais. Essa análise, por retirar do desfecho indivíduos que não completaram a intervenção, poderia expressar respostas mais favoráveis a pacientes principalmente do grupo cicloergômetro. Não foi visto, no entanto, superioridade na resposta funcional após o uso de cicloergômetro, ratificando a inexistência de benefício incremental quando comparado ao protocolo padrão.

6.2 Comportamento das Variáveis Cardiorrespiratórias durante o Estresse Gravitacional.

Os resultados encontrados denotam que o estresse gravitacional no pós-operatório de cirurgia cardíaca acarreta alterações em variáveis circulatória e respiratória, demonstrados pelo aumento da frequência cardíaca (FC), que ocorre em dois momentos: sedestação e ortostase,

fato que já é confirmado pela literatura⁽⁹⁸⁾, e pela frequência respiratória (FR) que também responde com elevação, nos mesmos momentos, porém o comportamento dessa variável não é expresso com frequência em estudos científicos anteriores^(80,117,122).

O comportamento da FC nos momentos de variação de decúbito dorsal (DD) para sedestação e posterior ortostase, demonstra uma resposta fisiológica adequada ao estresse gravitacional. O sistema cardiovascular, quando submetido ao desafio gravitacional, reduz o retorno venoso e o enchimento ventricular, em resposta às modificações do volume circulatório, que é debelado devido a ajustes dos mecanismos regulatórios aferentes e centrais. O mecanismo de barorreflexo ativa os componentes centrais na regulação do sistema cardiovascular, provocando aumento do tônus simpático do coração e da vasculatura periférica o que gera o incremento da FC. Como resultado, observa-se o aumento da frequência cardíaca e da resistência vascular periférica de 10% a 30% do valor inicial^(131, 135).

A FR apresentou alteração nos seus valores, representado por aumento estatisticamente significativo ao assumir a postura de sedestação e ortostase, partindo de decúbito dorsal, porém, ainda assim, não representa impacto na clínica desses indivíduos. Esse aumento é esperado, uma vez que há um aumento do consumo de oxigênio pelo gasto metabólico, inerente à atividade proposta, influenciando diretamente neste marcador^(18,20).

Apesar de escassa, a literatura apresenta alguns estudos científicos com população diferente do referido estudo, porém com alguns aspectos clínicos semelhantes^(122, 136-138). Um estudo recente com população de pré-hipertensos retrata o incremento da FC em sedestação e ortostase⁽¹³⁸⁾, o que corrobora os achados referentes a FC nas mesmas posições. O mesmo ocorre em um estudo com população de idosos pós revascularização, havendo aumento da FC na mudança de decúbito dorsal para sedestação⁽¹¹⁷⁾ o que reflete similitude com o estudo em questão.

Em relação à FR, apesar de poucas evidências, um estudo de 2014⁽¹¹⁷⁾ refere incremento da FR na mudança de decúbito dorsal para sedestação, porém os valores nesse estudo excedem os parâmetros de normalidade, indicando taquipneia reflexa, que é justificada como resultante da postura de sedestação somada a exercícios realizados na referida postura.

O comportamento da PAS e PAD ao estresse gravitacional reflete pouca variabilidade, representada por redução e manutenção de seus valores respectivamente, porém sem significância estatística. A resposta reflexa da PA ao estresse gravitacional encontra-se reduzida, como esperado, devido à redução do retorno venoso. Entretanto, mecanismos de

defesa ao EG atuam evitando a flutuação da PA para valores abaixo de níveis de normalidade, tendo destaque o mecanismo de barorreceptores e o bombeamento periférico nesse cenário^(84,98,95). Outros estudos corroboram esse achado e ressaltam a possível resposta positiva ao tratamento fisioterapêutico devido ao diminuído risco de hipotensão postural, o que apresenta grande valia clínica para essa população, pois refere a manutenção dos reflexos posturais ativos no ajuste circulatório periférico às mudanças posturais impostas pelo EG⁽¹³⁷⁾.

A amostra desse estudo foi obtida por conveniência e extraída apenas de uma unidade hospitalar, onde sua condução pós-operatória pode diferir de outros centros que tratem desta mesma população. Além disso, para essa análise não foram levados em consideração os medicamentos utilizados pelos pacientes, bem como suas dosagens, o que pode interferir na resposta hemodinâmica ao estresse gravitacional.

6.3 Determinantes da Atividade Física Livre em Pacientes Submetidos a Cirurgia Cardíaca.

Diversos estudos validam o pedômetro como ferramenta terapêutica utilizada como incentivador de atividade física independente, uma vez que o usuário possui um feedback visual do aparelho^(5,139). Nessa pesquisa, este foi utilizado apenas como instrumento mensurador da mobilidade, já que era entregue lacrado, fazendo com que o participante não tivesse acesso aos dados registrados. Desta forma, levando em consideração a ausência da motivação visual e incentivo diário e padronizado por parte dos pesquisadores para realização de qualquer tipo de atividade, mais do que avaliador da mobilidade, seus dados revelam a disponibilidade e disposição para saída do leito.

A média de passos encontrada no estudo em questão foi de aproximadamente mil passos, valor inferior ao demonstrado por outro autor com a mesma população⁽⁵⁾. Nessa investigação, tal autor descreve uma média de aproximadamente cinco mil passos, o que pode se justificar pela quantidade de dias avaliados ter sido superior ao adotado pela nossa pesquisa (cinco e três dias respectivamente). Tanto nessa casuística, quanto nos demais estudos envolvendo número de passos em cardiopatas, é notória e unânime a presença de grandes dispersões desse valor, fato que demonstra uma heterogeneidade dessa população no que diz respeito a mobilidade.

Já são bem descritos na literatura os impactos deletérios da UTI^(39,140, 141) e, principalmente, suas repercussões funcionais aos pacientes. Por se tratar de uma unidade de cuidados

intensivos, com potenciais barreiras à saída do leito, como a monitorização contínua, presença de acesso e indução venosa, além de espaço físico reduzido^(142,143), seus usuários acabam modificando sua independência funcional, mesmo que sem fatores clínicos limitantes. Dessa forma, ainda que o tempo de permanência na terapia intensiva esteja dentro do esperado^(144,145), observamos que a pequena parcela de indivíduos que permaneceu por mais tempo nesta unidade, possuiu menor número de passos na enfermaria e menor variação da mobilidade.

Em diversas investigações o sexo masculino apresenta melhor performance pedométrica quando comparado ao sexo feminino^(5,146). Em estudo realizado com pacientes pós-cirurgia cardíaca, a média de passos dos homens em cinco dias foi de 3.380 passos, enquanto na população feminina esse número cai para menos da metade⁽⁵⁾. Corroborando com o perfil já descrito, nessa casuística, o sexo masculino apresentou maior número de passos, o que pode se justificar pela fragilidade e movimento existencial pós traumático, aflorados nas mulheres⁽⁶³⁾, deixando-as mais cautelosas e temerosas.

Dois autores, em diferentes estudos mostraram que, assim como nesta investigação, a média diária de atividade física livre após a alta da UTI foi ascendente, representando um incremento da mobilidade já esperado com o passar do internamento^(145,147). Tal mobilidade, segundo os achados da pesquisa, não demonstrou relação com os fatores clínicos ou cirúrgicos do procedimento cardíaco em si. Junto a isso, ainda que os indivíduos submetidos a CV sejam mais jovens, não existiu diferença entre as idades e os tipos de cirurgia, o que pode ser explicado por fatores psicológicos e individuais, como desmotivação para deambulação, medo e insegurança para saída do leito.

Segundo pesquisa realizada na Austrália, em indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca, quanto mais exercícios são feitos durante as abordagens fisioterapêuticas, mais mobilidade independente é observada⁽⁵⁾. A maior mobilidade no período de hospitalização, com realização de atividades físicas independentes, além de reduzir complicações pós operatórias, melhorar a capacidade funcional fisiológica, o processo de cicatrização e acelerar o processo de alta, já é associada a melhor recuperação funcional a longo prazo e mais independência na fase II da reabilitação, com menos probabilidade de re-internações^(5,62).

Este estudo teve como limitação a não avaliação de fatores psicológicos e individuais, até então não controlados, que podem ser potenciais determinantes à saída do leito, já que a alta dispersão do número de passos explanada não apresentou relação com fatores pós-operatórios

ou nível de atividade física prévio. Junto aos avanços nos procedimentos cirúrgicos e na assistência multiprofissional, cabe a fisioterapia, no que diz respeito ao seu domínio específico, renovar-se com a criação de novos protocolos que reduzam a imobilidade. Dessa forma, a fim de aperfeiçoar a reabilitação cardíaca fase I, sugere-se que novos estudos avaliem se o incremento de técnicas na terapia intensiva ou uma abordagem diferenciada nas enfermarias podem modificar esse desfecho.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As contribuições cumulativas proporcionadas por alterações no processo de cuidados não devem ser subestimadas ou prejudicadas, mas precisam ser entendidos e quantificados para que as futuras intervenções possam ser projetadas para direcionar fatores modificáveis específicos que afetem o restabelecimento após uma cirurgia cardíaca. Com a redução do tempo de permanência em terapia intensiva, devem ser implantadas estratégias terapêuticas que possibilitem benefícios, sem aumentar a complexidade da assistência fisioterapêutica.

8 CONCLUSÃO

8.1 Conclusão primária

O ensaio clínico de caráter exploratório não sugere que o cicloergômetro incrementa a eficácia da fisioterapia na recuperação da capacidade física de pacientes submetidos ao insulto de cirurgia cardíaca em relação à cinesioterapia sem este recurso.

8.2 Conclusões secundárias

- Sedestração e ortostase não promove estresse hemodinâmico durante fisioterapia realizada durante internamento em terapia intensiva de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca.
- O pós operatório prolongado em terapia intensiva é fator negativo, enquanto sexo masculino parece favorecer a recuperação funcional, através da atividade física livre de pacientes submetidos ao insulto de cirurgia cardíaca.

Desta forma, a utilização de cicloergômetro durante a fisioterapia em terapia intensiva não promove incremento no desempenho físico quando comparado à cinesioterapia ativa livre em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

9 RELATO DE EXPERIENCIA DO DOUTORADO

“Será preciso ter um processo contínuo de aprendizado ao longo da vida”.

Essa frase do Prof. Rafael Lucchesi parece expressar a minha intenção no momento em que foi lançado o projeto de doutoramento especial pela Escola Bahiana. Em 2016 eu acabara de aglutinar um grupo de profissionais veteranos, recém formados, residentes e estudantes com vontade de estudar um pouco mais sobre a mobilidade do paciente após cirurgia cardíaca. No ano anterior, havíamos nos debruçado sobre a utilização da escala de Estado funcional para UTI (FSS-ICU), para auxiliar na construção do trabalho final da residente Érica Santos Lima e resolvemos aprofundar a análise construindo um novo projeto envolvendo novos desfechos.

Nesse período também crescia a discussão pela utilização do cicloergômetro na Terapia Intensiva e iniciamos a introdução do mesmo na assistência ao paciente no pós operatório. A assimilação desse novo recurso sem o devido questionamento sobre o seu benefício foi o questionamento que me levou a Prof. Luis Cláudio e a construir o projeto-mãe.

O doutorado foi a possibilidade de colocar-se à prova, sair do lugar confortável e voltar ao “processo de contínuo aprendizado” e impulsionado por um grupo envolvida no mesmo propósito. Formamos a equipe com 5 alunos de pós graduação (Marcela Moura, Gabriela Rosier, Larissa Correia, Luana Polte e Luiz Fernando Aragão), 4 alunos de graduação (Milena Correia, Nara Bonfim, Larissa Souza e Juliana Martini). Nessa condução sempre contei com o apoio da Ft. Gleide Glícia Lordello, além do interesse contínuo de muitos fisioterapeutas da assistência para nos ajudar como Genecarlos Boaventura e Genilda Cerqueira, dentre outros.

A idéia dessa equipe foi mapear vários componentes envolvidos com a mobilidade do paciente pós cirúrgico e assim foram produzidos 3 trabalhos de conclusão de curso (TCC) de especialização e 4 TCC's de graduação, 1 dissertação de mestrado e 1 tese de doutorado. Dos quais alguns já foram encaminhados para publicação e outros aceitos:

Varição Hemodinâmica Após Uso do Cicloergômetro no Pós Operatório de Cirurgia Cardíaca (realizando ajustes);

Velocidade de Marcha em Idosos Após Cirurgia de Revascularização Miocárdica;

Influência do Cicloergômetro na Qualidade de Vida Pós Cirurgia Cardíaca (realizando ajustes);

Estresse Gravitacional no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca (aceito para publicação pela Revista de Fisioterapia da Escola Bahiana em 2018);

Força Muscular no Pós Operatório de Cirurgia Cardíaca: Como se Apresenta (realizando ajustes);

Perfil da Velocidade da Marcha em Individuos Submetidos a Cirurgia Cardíaca (submetido);

Mobilidade Pós Cirurgia Cardíaca: O Que Pode Influenciar? (aceito pela revista Pharmacy and Pharmacology em 2018).

Durante o ano de 2017 e 2018 esses trabalhos foram apresentados nos seguintes eventos científicos:

Congresso Baiano de Cardiologia 2017 e 2018;

Congresso Brasileiro de Cardiologia 2017;

Mostra Científica e Cultural da Escola Bahiana.

E, no Congresso Baiano de Cardiologia 2018 recebeu o premio, pelo Departamento de Fisioterapia, de 2º lugar como melhor pôster e 3º lugar como melhor tema livre oral.

Mais uma vez vem o pensamento sobre o que o doutorado proporcionou. E a resposta deriva desse resultado descrito. O doutorado proporciona o desenvolvimento mais amplo do conhecimento, a extração e análise dos dados dá lugar à extrapolação das idéias, a associação dos saberes. Mais do que fazer projetos de pesquisa e publicar, o doutorado é a expansão do campo dos saberes.

REFERÊNCIAS

1. Soppa G, Woodford C, Yates M. Functional status and survival after prolonged intensive care unit stay following cardiac surgery. *Interactive Cardiovascular and thoracic surgery*. 2013;16: 750-754.
2. El-Ansary D, Adams R, Ghandi A. Musculoskeletal and neurological complications following coronary artery bypass graft surgery: A comparison between saphenous vein and internal mammary artery grafting. *Australian Journal of Physiotherapy* 2000; Vol. 46(1):19-25.
3. Venrooij LM, Verberne HJ, Vos R, Borgmeijer-Hoelen M, Leeuwen P, Mol BA. Postoperative loss of skeletal muscle mass, complications and quality of life in patients undergoing cardiac surgery. *Nutrition*. 2012;(28):40–45.
4. Herdy AH, López-Jimenez F, Terzic CP, Milani M, Stein R, Carvalho T; Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2014; 103(2Supl.1): 1-31.
5. Mungovan S, Singh P, Gass G, Smart N, Hirschhorn A. Effect of Physical Activity in the First Five Days after Cardiac Surgery. *J Rehabil Med* . 2017;49 (1): 71-7.
6. Lida Y, Yamazaki T, Kawabe T, Usui A, Yamada S. Postoperative muscle proteolysis affects systemic muscle weakness in patients undergoing cardiac surgery. *International Journal of Cardiology* 2014 (172) 595–627.
7. Barbosa P, Santos FV, Neufejd PM, Bernardelli GF, Castro SS, Fonseca JHP. Effects of early mobilization on cardiovascular and autonomic behavior in postoperative myocardial revascularization. *ComSci Saúde* 2010;9:111–7.
8. Hirschhorn AD, Richards D, Mungovan SF, Morris NR, Adams L. Supervised moderate intensity exercises improves distance walked at hospital discharge following coronary artery bypass graft surgery—a randomized control trial. *Heart Lung Circ*. 2008;17:129–38.
9. Peijl V, Vlieland V, Versteegh MI, Lok JJ, Munneke M, Dion RA. Exercise therapy after coronary artery bypass graft surgery: A Randomized Comparison of a High and Low Frequency Exercise Therapy Program. *Ann Thorac Surg*. 2004;77:1535–41.
10. Herdy AH, Marcchi PLB, Vila A, Tavares C, Collac_o J, Niebauer J. Pre- and postoperative cardiopulmonary rehabilitation in hospitalized patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Am J Phys Med Rehabil*. 2008;87:714–9.
11. Chris Winkelman, Patricia A. Higgins Y-JKC. Activity in the Chronically Critically III. *Dimens Crit Care Nurs*. 2005;24(6):281–90.
12. Dantas CM, Figueiredo P, Silva dos S, De FHT, Siqueira, Pinto RMF, et al. Influência da mobilização precoce na força muscular periférica e respiratória em pacientes críticos. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(2):173–8.

13. Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Critical Care Med.* 2008;36(8):1–6.
14. Sabinelli M, Cristina D, Eiras AL, Kosour C. Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012;24:64–70.
15. Santos PMR, Riccia NA, Sustera EAB, Paisani DM, Chiavegato LD. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy.* 2017; 103(1):1-12.
16. Pires-Neto RC, Pereira AL, Parente C, Sant’Anna GN de, Esposito DD, Kimura A, et al. Caracterização do uso do cicloergômetro para auxiliar no atendimento fisioterapêutico em pacientes críticos. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2013;25(1):39–43.
17. Hashem MD, Nelliott A, Needham DM. Early Mobilization and Rehabilitation in the UCI Moving Back to the Future. *Respiratory Care* April 2016, vol 63: 971-9.
18. Nickels MR, Aitken LM, Walsham, J, Barnett AG, McPhail SM. Critical Care Cycling Study (CYCLIST) trial protocol: A randomised controlled trial of usual care plus additional in-bed cycling sessions versus usual care in the critically ill. *BMJ Open* 2017;7:e017393.
19. Kho M, Molloy AJ, Clarke FJ, et al. A Multicenter Pilot Randomized Clinical Trial of Early In-Bed Cycle Ergometry with Ventilated Patients. *BMJ Open.*2016.6: e011659.
20. Santos LJ, Lemos FA, Bianchi T, Sachetti A, et al. Early rehabilitation using a passive cycle ergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* vol. 16 383. 28 Aug. 2015, doi:10.1186/s13063-015-0914-8.
21. Torres DC, Santos PM, Reis HJL, Paisani DM, Chiavegato LD. Effectiveness of an early mobilization program on functional capacity after coronary artery bypass surgery: A randomized controlled trial protocol. *SAGE open medicine* vol. 4 2050312116682256. 14 Dec. 2016, doi: 10.1177/2050312116682256.
22. Woollacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Phys Ther.* 1997; 77(6):646–660.
23. Bohannon RW. Measurement of gait speed of older adults is feasible and informative in a home-care setting. *J Geriatr Phys Ther.* 2009; 32(1):22–23.
24. Clark DJ, Manini TM, Fielding RA, Patten C. Neuromuscular determinants of maximum walking speed in well-functioning older adults. *Exp Gerontol.* 2013; 48(3):358–363.
25. Verghese J, Wang C, Holtzer R. Relationship of clinic-based gait speed measurement to limitations in community-based activities in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011; 92(5):844–846.

26. Afilalo J, Eisenberg MJ, Morin JF, Bergman H, Monette J, Noiseux N, et al. Gait Speed as an Incremental Predictor of Mortality and Major Morbidity in Elderly Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010; 56 (20):1668-76.
27. Dumurgier J, Elbaz A, Ducimetiere P, Tavernier B, Alperovitch A, Tzourio C. Slow walking speed and cardiovascular death in well functioning older adults: prospective cohort study. *Br Med J*. 2009;339:b4460.
28. Matsuzawa Y, Konishi M, Akiyama E, Suzuki H, Nakayama N, Kiyokuni M, Kimura K. Association between gait speed as a measure of frailty and risk of cardiovascular events after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 61(19):1964–1972.
29. Kamiya K, Hamazaki N, Matsue Y. Gait speed has comparable prognostic capability to six-minute walk distance in older patients with cardiovascular disease. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2018; Vol.25(2): 212–219.
30. Chrysagis N, Skordilis EK, Stavrou N, Grammatopoulou E, Koutsouki D. The effect of treadmill training on gross motor function and walking speed in ambulatory adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012; 91(9):747–760.
31. Elbaz A, Sabia S, Brunner E, Shipley M, Marmot M, Kivimaki M, Singh-Manoux A. Association of walking speed in late midlife with mortality: results from the Whitehall II cohort study. *Age (Dordr)*. 2013; 35(3):943–952.
32. Bohannon RW, Glenney SS. Minimal clinically important difference for change in comfortable gait speed of adults with pathology: a systematic review. *J Eval Clin Pract*. 2014 Aug; 20(4):295-300.
33. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985;100(2):126-31.
34. Savage PA, Shaw AO, Miller MS, VanBuren P, LeWinter MM, Ades PA, et al. Effect of resistance training on physical disability in chronic heart failure. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43(8): 1379-86.
35. Killewich LA. Strategies to minimize postoperative deconditioning in elderly surgical patients. *J Am Coll Surg*, 2006; 203(5):735-45.
36. Soares GMT, Ferreira DCS, Goncalves MPC, et al. Prevalence of major postoperative complications in cardiac surgery. *Arq Bras Cardiol* 2011; 24(3): 139–146.
37. Bündchen DC, Gonzáles AI, Noronha M, et al. Noninvasive Ventilation and exercise tolerance in heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Braz J Phys Ther*. 2014; 18(5):385-94.

38. Esquinas AM, Jover JL, Úlbeda A, et al. Non-invasive mechanical ventilation in postoperative patients. A clinical review. *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.* 2015; 62(9):512-22.
39. Borges JBC, Ferreira DLM, Carvalho SMR, et al. Pain intensity and postoperative functional assessment after heart surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2006; 21:393-402.
40. Fischer A, Spiegl M, Altmannl K, et al. Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. *Critical Care.* 2016; 20-30.
41. Iida Y, Yamazaki T, Kawabe T, et al. Postoperative muscle proteolysis affects systemic muscle weakness in patients undergoing cardiac surgery. *Int Cardiol.* 2014; 172:595-7.
42. Iwatsu K, Iida Y, Kono Y, et al. Neuromuscular electrical stimulation may attenuate muscle proteolysis after cardiovascular surgery: A preliminary study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017; 153(2):373-379.
43. Chamber MA, Moylan JS, Reid MB. Physical inactivity and muscle weakness in the critically. *Crit Care Med.* 2009; 37(10): S337-46.
44. Chiumello D, Chevillard G, Gregoretti C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med.* 2011; 37(6): 918-29.
45. Coimbra VR, Lara RA, Flores EG, et al. Application of noninvasive ventilation in acute respiratory failure after cardiovascular surgery. *Arq Bras Cardiol.* 2007; 89(5): 270-6.
46. Giacomazzi CM, Lagni VB, Monteiro, MB. Postoperative pain as a contributor to pulmonary function impairment in patients submitted to heart surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2006; 21(4):386-92.
47. Morais DB, Lopes ACR, Sá VM, Junior WMS, Neto MLC. Avaliação do desempenho funcional em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cardiol.* 2010;23(5):263-269.
48. Baser O, Burkan A, Baser E, et al. High cost patients for cardiac surgery and hospital quality in Turkey. *Health Policy.* 2013; 109(2):143-9.
49. Clark AM, King-Shier KM, Thompson DR, et al. A qualitative systematic review of influences on attendance at cardiac rehabilitation programs after referral. *Am Heart J.* 2012; 164(6): 835-45.
50. Haykowsky M, Scott J, Esch B, et al. A Meta-analysis of the effects of exercise training on left ventricular remodeling following myocardial infarction: start early and go longer for greatest exercise benefits on remodeling. *Trials* vol. 12 92. 4 Apr. 2011, doi:10.1186/1745-6215-12-92.
51. Caspersen CJ, et al. Physical activity, exercise and Physical fitness: definitions and distinctions for health related research. *Public Health Reports.* 1985; (100): 172-179.

52. Tudor-Locke C, McClain J J, Hart T L, Sisson SB, Washington TL. Pedometry methods for assessing free-living youth. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2009; 80(2), 175-184.
53. Tudor-Locke CE, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. *Sports Med*. 2002; 32: 795-808.
54. McCormack G, Giles-Corti B, Milligan R. Demographic and individual correlates of achieving 10,000 steps/Day: use of pedometers in a population-based study. *Health promotion J of Australia*. 2006; 17(43): 47-52.
55. Bassett DR, Ainsworth BE, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, King GA. Validity of four motion sensors in measuring moderate intensity physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32(9): S471-S480a.
56. Bassett DR, Ainsworth BE, Cureton AL. Measurement of daily walking distance-questionnaire versus pedometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32(5): 1018-1023b.
57. Chan CB, Spangler E, Valcour J, Tudor-Locke C. Cross-sectional relationship of pedometer- determined ambulatory activity to indicators of health. *Obesity Research*. 2003;11(12): 1563-1570.
58. Welk GJ, Blair SN, Wood K, Jones S, Thompson R. A comparative evaluation of three accelerometry-based physical activity monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32(9-Suppl.): S489-S497.
59. Evenson KR, Fleury J. Barriers to outpatient cardiac rehabilitation participation and adherence. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000; 20: 241-246.
60. Ayabe M, Brubaker PH, Dobrosielski , et al. The physical activity patterns of cardiac rehabilitation program participants. *J Cardiopulm Rehabil*. 2004; 24: 80-86.
61. Savage PD, Ades PA. Pedometer step counts predict cardiac risk factors at entry to cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2008; 28: 370-377.
62. Izawa KP, Watanabe S, Hiraki K, Morio Y, Kasahara Y, Takeichi N, et al. Determination of the effectiveness of accelerometer use in the promotion of physical activity in cardiac patients: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(11):1896-902.
63. Papaspyros S, Uppal S, Khan SA, Paul S, O'Regan DJ. Analysis of bedside entertainment services' effect on post cardiac surgery physical activity: a prospective, randomised clinical trial. *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 2008;34(5):1022-6.
64. Middleton A, Fritz SL, Lusardi M. Walking Speed: The Functional Vital Sign. *J Aging Phys Act*. 2015; 23(2): 314-322.
65. Graham JE, Ostir GV, Fischer SR, Ottenbacher KJ. Assessing walking speed in clinical research: a systematic review. *J Eval Clin Pract*. 2008; 14(4):552-62.

66. Wilson CM, Kostsuca SR, Boura JA. Utilization of a 5-Meter Walk Test in Evaluating Self-selected Gait Speed during Preoperative Screening of Patients Scheduled for Cardiac Surgery. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2013; 24(3): 36–43.
67. Peel NM, Kuys SS, Klein K. Gait speed as a measure in geriatric assessment in clinical settings: a systematic review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013; 68(1):39-46.
68. Albany K, Bibi KW, Greenwood KC. Walking Speed Differences Following Open Heart Surgery Vary With Discharge Destination. *Journal of Acute Care Physical Therapy*. 2015; 6(2): 56–63.
69. Seo YG, Jang MJ, Park WH, Hong KP, Sung J. Inpatient cardiac rehabilitation programs' exercise therapy for patients undergoing cardiac surgery: National Korean Questionnaire Survey. *J Exerc Rehabil*. 2017;13(1):76–83.
70. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness : recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med*. 2008;34:1188–99.
71. Haykowsky M, Scott J, Esch B, Schopflocher D, Myers J, Paterson I, et al. A Meta-analysis of the effects of Exercise Training on Left Ventricular Remodeling Following Myocardial Infarction : Start early and go longer for greatest exercise benefits on remodeling. *Trials*. 2011;12:1–8.
72. Assis L De, Cacau P, Oliveira GU, Maynard LG, Afrânio A, Filho DA, et al. The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2013;28(2):281–9.
73. Pandullo SM, Spilman SK, Smith JA, et al. Time for critically ill patients to regain mobility after early mobilization in the intensive care unit and transition to a general inpatient floor. *J Crit Care*. 2015;30(6):1238-42.
74. Adler J, Malone D. Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2012; 23(1):5-13.
75. Fuest K, Schaller SJ. Recent evidence on early mobilization in critical-ill patients. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2018; 31(2):144-150.
76. Conceição TM, Gonzáles AI, Figueiredo FC, Vieira DS, Bündchen DC. Safety criteria to start early mobilization in intensive care units. Systematic review. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29(4):509-519.
77. Silva VS, Pinto JG, Martinez BP, Camelier FWR. Mobilization in the Intensive Care Unit: systematic review. *Fisioter Pesq*. 2014;21(4):398-404.
78. Hermans G, Berghe GV. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. *Critical Care*. 2015;19:274.

79. Cassina T, Putzu A, Santambrogio L, Villa M, Licker MJ. Hemodynamic challenge to early mobilization after cardiac surgery : A pilot study. *Ann Card Anaesth.* 2016;19(3):425–32.
80. Vasconcelos FPO, Carmona MJC, Auler JJOC. Peculiaridades no pós-operatório de cirurgia cardíaca não paciente idoso. *Rev. Bras. Anesthesiol.* 2004;54 (5): 707-727.
81. Avila AC, Serón P, Fan E, Gaete M, Mickan S. Effect of Early Rehabilitation during Intensive Care Unit Stay on Functional Status: Systematic Review and Meta-Analysis. *Plos One.* 2015; 10 (7): e0130722
82. Riedi C, Mora CTR, Driessen T, et al. Relação do comportamento da força muscular com as complicações respiratórias na cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2010;25(4):500-5.
83. László Z, Rössler A. Cardiovascular and Hormonal Changes with Different Angles of Head-up Tilt in Men. *Physiol Res.* 2001;50:71–82.
84. Neto JE. Great Arteries Contribution in Orthostasis Cardiovascular Adaptation. *Arq Bras Cardiol.* 2006; 87(2), 209-222.
85. Streeten DHP, Scullard TF. Excessive gravitational blood pooling caused by impaired venous tone is the predominant non-cardiac mechanism of orthostatic intolerance. *Clinical Science.* 1996;90: 277-285.
86. Rossberg F, Penaz J. Does the arterial baroreflex control the initial heart rate response to standing? *Biomed. Biochim. Acta.* 1987;46: K9-K12.
87. Kaplan NM. Southwestern internal medicine conference: Two faces of sympathetic nervous activity – Hypotension and hypertension. *Am J Med Sc.* 1992;303:271-279.
88. Akselrod S, Oz O, Greenberg M, Keselbrener L. Autonomic response to change of posture among normal and mild-hypertensive adults : Investigation by time-dependent spectral analysis. *J Auton Nerv Syst.* 1997;64:33–43.
89. Xiangrong S, Gallagher KM, Welch-Oconnor RM, Foresman BH. Arterial and cardiopulmonary baroreflexes in 60- to 69- vs. 18- to 36-yr-old humans. *J Appl Physiol.* 1996;80:1903-1910.
90. Darovic OG, editor. *Hemodynamic Monitoring Invasive and Non Invasive Clinical Application.* Philadelphia: Saunders Elsevier; 2002. p. 79-88.
91. Harms MPM, Lieshout JJ Van, Jenstrup M, Pott F, Secher NH. Postural effects on cardiac output and mixed venous oxygen Translation and Integration Experimental Physiology : *Exp Physiol.* 2003;(88):611–6.
92. Navajas D, Farre R, Rotador MM, Milic-Emili J, Sanchis J. Efeito da postura corporal na impedância respiratória. *J Appl Physiol.* 1988; 64: 194-9.

93. Ganapathi LV, Vinoth S. The estimation of pulmonary functions in various body postures in normal subjects. *Int J Adv Med.* 2015;2(3):250–4.
94. Ryutaro T, Masashi T, Norihisa N, Kiyoshi M. Diaphragmatic Motion in the Sitting and Supine Positions: Healthy Subject Study Using a Vertically Open Magnetic Resonance System. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2004;19:605-609.
95. Polito F. Respostas de frequência cardíaca , pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência : uma revisão da literatura. *Rev Port Ciências do Desporto.* 2003;3:79–91.
96. Watenpaugh DE, Breit GA, Buckley TM, Ballard RE, Murthy G, Hargens AR, et al. Human cutaneous vascular responses to whole-body tilting, G z centrifugation, and LBNP. *J Appl Physiol.* 2004; 96(6): 2153-2160.
97. Kuhmmer R, Lazzaretti RK, Zimmerman LI. Síncope vasovagal e suplementação de sal. *Rev do Hosp Clínicas e da Fac Med Publica.* 2008;28(6):110–5.
98. Netea RT, Smits P, Lenders JW, Thien T. Does it matter whether blood pressure measurements are taken with subjects sitting or supine? *J Hypertens.* 1998;16(3):263–8.
99. Maillet JM, Le Besnerais P, Cantoni M, Nataf P, Ruffenach A, Lessana A, et al. Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *Chest.* 2003;123:1361–6.
100. Kirkeby-Garstad I, Stenseth R, Sellevold OFM. Postoperative myocardial dysfunction does not affect the physiological response to early mobilization after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49:1241-7.
101. Kirkeby-Garstad IU, Wisløff E, Skogvoll T, Stølen A, E. Tjønnå R, Stenseth et al. The marked reduction in mixed venous oxygen saturation during early mobilization after cardiac surgery: the effect of posture or exercise? *Anesth. Analg.* 2006;102:1609–1616.
102. Cowie DA, Shoemaker JK, Gelb AW. A hipotensão ortostática ocorre com frequência na primeira hora após a anestesia. *Anesth Analg.* 2004;98:40–5.
103. Needham DM, Truong AD, Fan E. Technology to Enhance Physical Rehabilitation of Critically Ill Patients. *Crit Care Med* 2009; 37 (10 Supl): S436-41.
104. Kho ME, Martin RA, Toonstra AL, et al, Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. *Journal of Critical Care.* 2015; 1419. e1–1419.e5
105. Lizardo JHF, Modesto LK, Campbell CSG, Simões HG. Hipotensão pós-exercício: comparação entre diferentes intensidades de exercício em esteira ergométrica e cicloergômetro. *Rev Bras de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 2007;9(2):115-120.
106. Hirschhorn AD, Richards DA, Mungovan SF, Morris NR, Adams L. Does the mode of exercise influence recovery of functional capacity in the early postoperative period after

- coronary artery bypass graft surgery? A randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012; 15(6):995-1003.
107. Matsunaga A, Masuda T, Ogura N, Saitoh M, Kasahara Y, Iwamura T, et al. Adaptation process to a low-intensity exercise with cycle ergometer by patients with acute myocardial infarction undergoing phase I cardiac rehabilitation. *Circ J*. 2004;68:938–945.
 108. Porta R, Vitacca M, Gilè LS, Clini E, Bianchi L, Zanotti E, et al. Supported arm training in patients recently weaned from mechanical ventilation. *Chest*. 2005;128(4):2511-20.
 109. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, et al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med*. 2009; 37: 2499–505.
 110. Kho ME, Molloy AJ, Clarke F, Herridge MS, Koo KK, Rudkowski J, et al. CYCLE pilot: a protocol for a pilot randomised study of early cycle ergometry versus routine physiotherapy in mechanically ventilated patients. *BMJ Open*. 2016;6(4): e011659.
 111. Sommers J, Engelbert RH, Dettling-Ihnenfeldt D, Gosselink R, Spronk PE, Nollet F, Van Der Schaaf M. Physiotherapy in the intensive care unit: an evidence-based, expert driven, practical statement and rehabilitation recommendations. *Clin Rehabil*. 2015;29(11):1051-63.
 112. Trevisan MD, et al. Alternative Physical Therapy Protocol Using a Cycle Ergometer During Hospital Rehabilitation of Coronary Artery Bypass Grafting: a Clinical Trial. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2015;30(6):615-9.
 113. Araújo CGS, Pinto VLM. Frequência Cardíaca Máxima em Testes de Exercício em Esteira Rolante e em Cicloergômetro de Membros Inferiores. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2005;(85) 45-50.
 114. Dantas JCN, Neves JS, Andrade PH, Martinez BP, Anjos JLM. Comportamento das variáveis cardiorrespiratória durante uso do cicloergômetro ativo na unidade de terapia intensiva. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*. 2016;6(3): 283-290.
 115. Hirschhorn AD, Richards DAB, Mungovan SF, Morris NR, Adams L. Does the mode of exercise influence recovery of functional capacity in the early postoperative period after coronary artery bypass graft surgery? A randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012;15:995–1003.
 116. Cordeiro AL, Barbosa AFN, Leitão LP, Araújo PAS, Carvalho S. Efeitos hemodinâmicos do Treino em Ciclo Ergômetro em Pacientes no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca. *Rev DERC*. 2014;20(3):90-93.
 117. Almeida KS, Novo AFM, Carneiro SR, Araújo LNQ. Análise das Variáveis Hemodinâmicas em Idosos Revascularizados após Mobilização Precoce no Leito. *Rev Bras Cardiol*. 2014;27(3):165-71.
 118. Lopes DGC. Uso do cicloergômetro durante a fase I de reabilitação da cirurgia de revascularização do miocárdio: avaliação da capacidade funcional. Diss - Programa Pós-Graduação em Gerontol Biomédica do Inst Geriatr e Gerontol da PUC-RS. 2015.

119. Borges DL, Silva MG, Silva LN, et al. Effects of Aerobic Exercise Applied Early After Coronary Artery Bypass Grafting on Pulmonary Function, Respiratory Muscle Strength, and Functional Capacity: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Physical Activity and Health*. 2016;13, 946-951.
120. Torres C, Maria P, José H, Reis L, Paisani DM, Chiavegato LD. Effectiveness of an early mobilization program on functional capacity after coronary artery bypass surgery : A randomized controlled trial protocol. *SAGE Open Med*. 2017;4:1–8.
121. Stiller K, Phillips A, Lambert P. The safety of mobilisation and its effect on haemodynamic and respiratory status of intensive care patients. *Physiother Theory Pract*. 2004; 20(3):175-85.
122. Dias CMCC, Maiato ACCA, Baqueiro KMM, Fiqueredo AMF, Rosa FW, Guimarães AC. Resposta circulatória à caminhada de 50 m na unidade coronariana, na síndrome coronariana aguda. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2009;92:135-142.
123. Lee PH, Macfarlane DJ, Lam TH, Stewart SM. Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8:115. Published 2011 Oct 21. doi:10.1186/1479-5868-8-115
124. LaPier TK. Functional status of patients during subacute recovery from coronary artery bypass surgery. *Heart Lung*. 2007;36:114 –124.
125. Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 2008;36(8):2238-2243.
126. Tipping CJ, Young PJ, Romero L, Saxena MK, Dulhunty J, Hodgson CL. A systematic review of measurements of physical function in critically ill adults. *Critical Care and Resuscitation*. 2012;14(4):302–11.
127. Cesari M, Kritchevsky SB, Penninx BWHJ, et al. Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people - results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53: 1675– 80.
128. Engel HJ, Tatebe S, Alonzo PB, Mustille RL, Rivera MJ. Physical therapist-established intensive care unit early mobilization program: quality improvement project for critical care at the University of California San Francisco Medical Center. *Phys Ther*. 2013; 93(7):975-85.
129. Hopkins RO, Mitchell L, Thomsen GE, Schafer M, Link M, Brown SM. Implementing a Mobility Program to Minimize Post-Intensive Care Syndrome. *AACN Adv Crit Care*. 2016; 27(2):187-203.
130. Pires-Neto CR, Kawaguchi YMF, Hirota SA, et al. Very Early Passive Cycling Exercise in Mechanically Ventilated Critically Ill Patients: Physiological and Safety Aspects - A Case Series. *PLoS ONE* 2013; 8(9): e74182.

131. Fosco LC, Cardoso M, Pinge M. Papel da endotelina no estresse ortostático Endothelin role in the orthostatic stress. :155–62. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 29, n. 2, p. 155-162, jul./dez. 2008.
132. Freeman R, Wieling W, Axelrod FB, Benditt DG, Benarroch E BI et al. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and the postural tachycardia syndrome. Clin Aut Res 2011;2169–72.
133. Mosqueda-garcia R, Furlan R, Tank J, Fernandez-violante R. The Elusive Pathophysiology of Neurally Mediated Syncope. Circulation. 2000;2898–906.
134. Toska K, Walløe L. Dynamic time course of hemodynamic responses after passive head-up tilt and tilt back to supine position. J Appl Physiol. 2002;1671–6.
135. Santos DAA, Menezes LS, Silva TS, Santos GN. O uso da prancha de ortostase em pacientes internados em unidade de terapia intensiva: revisão de literatura. Disponível em: www.repositorio.bahiana.edu.br:8443/jspui/handle/bahiana/445.
136. Laranjo S, Martins M, Tavares C, Geraldês V. O treino de ortostatismo (tilt training) aumenta a reserva vasoconstritora em doentes com síncope reflexa neurocardiogenica. Rev Port Cardiol 2012;31(7-8)469-476.
137. Zuttin RS, Moreno MA, César MC, Martins LEB, Catai AM, Silva E. Avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca nas posturas supina e sentada de homens jovens sedentários. Rev. bras. fisioter. 2008; 12(1): 7-12.
138. Avena KDM. Perfil clínico e resposta circulatória ao estresse gravitacional ativo de indivíduos pré-hipertensos e sua comparabilidade com hipertensos e normotensos. 2013;disponível em: <https://www.repositorio.bahiana.edu.br:8443>
139. Borges LJ, Guidarini FCS, Gerage AM, Scherer FC, Meurer ST, Borges RA, et al. Pedômetros: estratégia de promoção da atividade física em idosos. Rev Bras Geriatr e Gerontol. 2014;211–3.
140. Nordon-Craft A, Moss M, Quan D, Schenkman M. Intensive Care Unit-Acquired Weakness: Implications for Physical Therapist Management. Phys Ther [Internet]. 2012;92(12):1494–506.
141. De Jesus FS, De Macedo Paim D, De Oliveira Brito J, De Araujo Barros I, Nogueira TB, Martinez BP, et al. Mobility decline in patients hospitalized in an intensive care unit. Rev Bras Ter Intensiva. 2016;28(2):114–9.
142. Vollman KM. Progressive mobility in the critically ill. Crit Care Nurse. 2010;30(2):3–6.
143. Maria Y, Kawaguchi F, Nawa RK, Figueiredo TB, Martins L, Pires-neto RC. Perme Intensive Care Unit Mobility Score e ICU Mobility Scale : tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa falada no Brasil. 2016;42(6):429–34.

144. Rosier GL, Ribeiro AMR, Silva SO, Silva SO, Lordello GGG. Revascularização Miocárdica e Troca Valvar: Comparação no Perfil dos Indivíduos. *Rev. Saúde HSI*; 3 2018(4): 46-50.
145. Luiz A, Cordeiro L, Melo TA De, Ávila A, Esquivel MS. Influência da deambulação precoce no tempo de internação hospitalar no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Int J Cardiovasc Sci*. 2015;28(5):385–91.
146. Dos Santos FK, Gomes TNQF, de Souza MC, Chaves RN. Atividade Física, IMC e Risco Metabólico em Adolescentes Portugueses. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum*. 2016;18(1):103–13.
147. Costa Junior JMF, Almeida K da Si, Santos MC de S, Carneiro SR, Torres D da C. Avaliação Pedométrica em Pacientes no Pós-Operatório de Cirurgia de Revascularização do Miocárdio, Após Mobilização Precoce. *Rev Para Med*. 2015;29(2):45–50.
148. Johnson D, Kelm C, To T, Hurst T, Naik C, Gulka I, et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995; 152(3):953-8.
149. Hermans G, Berghe GV. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. *Critical Care*. 2015; 19:274. doi:10.1186/s13054-015-0993-7.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Estudo: Cicloergômetro e fisioterapia convencional em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca

Pesquisador (a) Responsável: Patrícia Alcântara Doval de Carvalho Viana

Instituição: Hospital Santa Izabel

Telefone para contato do (a) pesquisador (a): 71- 99987-3512

Local da coleta de dados: UTI Cardiovascular (UCV) / HSI

Prezado (a):

- Você está sendo convidado (a) de forma totalmente voluntária.
- Antes de concordar em participar desta pesquisa é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento.
- Os pesquisadores deverão responder a todas as suas dúvidas antes que você se decidir a participar.
- Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito.
- Em caso de dúvidas sobre aspectos éticos, entre em contato com o CEP de 2ª feira a 6ª feira no horário das 9:00h às 16:00h. **CEP Prof. Dr. Celso Figueirôa-** Hospital Santa Izabel, telefone para contato (71) 2203 8362.

OBJETIVO DO ESTUDO: Avaliar a eficácia e a segurança dos pacientes quando mobilizados com cicloergômetro ou com a fisioterapia convencional.

PROCEDIMENTOS: Após a cirurgia, inicialmente você será convidado a responder dois questionários: um sobre a sua atividade física e um sobre a sua qualidade de vida antes da internação e, em seguida, estimulado a mover-se pela equipe de fisioterapia, realizando exercícios livres ou com um aparelho chamado cicloergômetro. Este aparelho consiste em um pedal, similar ao de uma bicicleta, no qual você irá girá-lo com os membros superiores e inferiores (braços e pernas), sem que este ofereça nenhum tipo de carga por cinco minutos. Durante este exercício anotaremos os valores de pressão arterial, frequência respiratória e cardíaca, registrados no monitor. Antes de iniciarmos e após a finalização desta atividade, será colhida uma pequena amostra de sangue de um acesso que já se encontra implantado em você, sem que Ainda na UTI, quando estiverem estáveis clinicamente e com liberação médica, estimulares que fiquem sentados no leito, em pé ao lado do leito e caminhem na unidade. Ao receber alta para enfermaria, faremos um teste de caminhada de 10m, que consiste em caminhar um percurso de 10m sem auxílio e solicitaremos que seja utilizado um pedômetro preso na roupa na altura da cintura, durante o dia. O pedômetro consiste em um pequeno sensor de movimento, associado a um contador mecânico, o qual contabiliza os movimentos do corpo, traduzindo no número total de passos realizados e não causa

interferência em implantes ou presença de marcapasso. Quinze dias após a alta do hospital, iremos entrar em contato via telefone com você para que, mais uma vez, responda o questionário sobre a sua qualidade de vida.

BENEFÍCIOS: Uso da mobilização com cicloergômetro ou fisioterapia convencional com a retirada do leito trará melhora da funcionalidade e atividade vida diária, minimização de complicações respiratórias decorrente do processo cirúrgico.

RISCOS: O tema abordado não traz nenhum tipo de constrangimento, apenas os riscos susceptíveis á mobilização e retirada do leito, tais como: risco de queda, perda cateteres, dor precordial, desconforto respiratório, hipotensão postural, náuseas. Estes serão minimizados pela presença de uma equipe pronta para prestar qualquer assistência em caso de situações adversas, além da monitorização contínua dos sinais vitais durante todas as etapas.

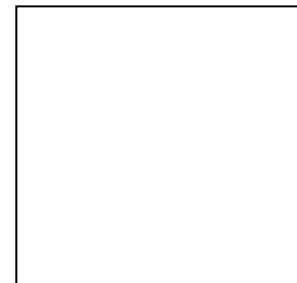
SIGILO: As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Ciência e de acordo do participante (sujeito da pesquisa)

Ciente e de acordo com o que fui anteriormente exposto pelo (a) pesquisador (a), eu _____, estou de acordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Salvador, ____/____/____

Assinatura do participante de pesquisa ou representante legal /
dactiloscópica



ção

Assinatura do responsável pelo projeto



Pedômetro



Cicloergômetro

APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Ficha N° _____

Data ____/____/____

COLETA DE DADOS

Nome Completo:	Idade:
Leito :	Enfermaria/quarto:
Sexo:	Escolaridade:
Peso:	Contatos:
Estado civil:	Altura:
Tipo de Cirurgia:	Tempo de TI (dias):
Admissão TI (Data/Horário):	Tempo de VM (horas):
Alta TI (Data/Horário):	Tempo de CEC (horas):
Tempo de dreno torácico (horas):	Fração de Ejeção:
Tempo de dreno mediastínico (horas):	Drogas (>24h):
Comorbidades:	
USOU CICLOERGÔMETRO	
1. SIM ()	2. NÃO ()

CICLOERGÔMETRO – ____/____/____ às ____ :				
	ANTES MMSS	APÓS MMSS	ANTES MMII	APÓS MMII
PAS				
PAD				
PAM				
FC				
FR				
SATO2				
BORG (RESP.)				
LACTATO				
GLICOSE				
PaO ₂				

CICLOERGÔMETRO – ____ / ____ / ____ às _____ :				
	ANTES MMSS	APÓS MMSS	ANTES MMII	APÓS MMII
PAS				
PAD				
PAM				
FC				
FR				
SATO2				
BORG (RESP.)				
LACTATO				
GLICOSE				
PaO ₂				

CICLOERGÔMETRO – ____ / ____ / ____ às _____ :				
	ANTES MMSS	APÓS MMSS	ANTES MMII	APÓS MMII
PAS				
PAD				
PAM				
FC				
FR				
SATO2				
BORG (RESP.)				

CICLOERGÔMETRO – ____ / ____ / ____ às _____ :				
	ANTES MMSS	APÓS MMSS	ANTES MMII	APÓS MMII
PAS				
PAD				
PAM				
FC				
FR				
SATO2				
BORG (RESP.)				

APÊNDICE C - FICHA DE CRITÉRIO PARA MOBILIZAÇÃO SEGURA (EXERCÍCIO)

Data												
Turno												
<i>Função Mental</i>	MMSS	MMII	MMSS	MMII	MMSS	MMII	MMSS	MMII	MMSS	MMII	MMSS	MMII
Gasglow \geq 10/ Rass +1 á -1												
Colaboração/ Ausência agitação												
<i>Cardiorrespiratório</i>												
FC (40-120) ~130												
PAS (100-180)												
PAM (65-110)												
FR < 35 ipm												
SpO2 >90%/ FiO2 < 50%												
BORG \leq 4												
Sem DVA's / Baixa vazão												
<i>Liberção médica</i>												
<i>Adversidades</i>												

Legenda: 1. SIM 2. NÃO

Adversidades	
1 Quedas	8 Sudorese
2 Perdas de cateteres	9 Arritmia
3 Hipotensão	10 Desconforto respiratório
4 Tontura	11 Dor
5 Taquicardia	12 Êmese/ Náusea
6 Bradicardia	13 Recusa do paciente
7 Dor precordial	14 Outros

Observações:

--

APÊNDICE D - FICHA DE CRITÉRIO PARA MOBILIZAÇÃO SEGURA (ESTRESSE GRAVITACIONAL)

DATA / TURNO	
DD → Sedestação	
FC/PA dentro de 20% do basal	
SpO ₂ > 90% e FiO ₂ < 40%	
FR < 35 ipm	
BORG ≤ 4	
FM Quadriceps ≥ 3	
Controle tronco estático	
Evento adverso durante condutas	
Sedestação → Ortostase	
FC/PA dentro de 20% do basal	
SpO ₂ > 90% e FiO ₂ < 40%	
FR < 35 ipm	
BORG ≤ 4	
Evento adverso durante condutas	
Ortostase → Deambulação	
FC/PA dentro de 20% do basal	
SpO ₂ > 90% e FiO ₂ < 40%	
FR < 35 ipm	
BORG ≤ 4	
Evento adverso durante condutas	

TESTE DE CAMINHADA DE

DATA / TURNO	
Tempo de deambulação	
Velocidade de marcha	

10m

ESTRESSE GRAVITACIONAL - / / às :				
	DD	SEDESTAÇÃO	ORTOSTASE	PÓS-DEAMBULAÇÃO
PAS				
PAD				
PAM				
FC				
FR				
SPO ₂				

Adversidades	
1 Quedas	7 Arritmia
2 Dor Precordial	8 Desconforto respiratório
3 Hipotensão	9 Sudorese
4 Tontura	10 Êmese/ Náusea
5 Taquicardia	11 Recusa do paciente
6 Bradicardia	12 Outros

Observações:

--

APÊNDICE E - Questionário internacional de atividade física (IPAQ) – Versão curta

Questionário internacional de atividade física (IPAQ) – Versão curta

Nome: _____ Data: ___/___/___
 Idade: _____ Sexo: F () M ()

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **NORMAL, USUAL ou HABITUAL**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim.

Para responder as questões lembre que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal.
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez:

1. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias _____ por SEMANA () Nenhum

2a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NAO INCLUA CAMINHADA**)

Dias _____ por SEMANA () Nenhum

2b. Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas: _____ Minutos: _____

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta caminhando par dia?

Horas: _____ Minutos: _____

4a. Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia de semana?

Horas: _____ Minutos: _____

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

Horas: _____ Minutos: _____

CLASSIFICAÇÃO:


- () Muito ativo
- () Ativo
- () Insuficiente ativo A
- () Insuficiente ativo B
- () Sedentário

ANEXOS

ANEXO A - ESCALA DE BORG

0	Nada Cansado
1	Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Moderadamente Difícil
5	Difícil
6	Difícil
7	Muito Difícil
8	Muito Difícil
9	Muito, Muito Difícil
10	Máximo – Não agüento mais

ANEXO B – Artigo submetido na Revista Arq Bras Cardiol - Uso do Cicloergômetro na Mobilização Precoce após Cirurgia Cardíaca: Estudo Comparativo Randomizado do Cicloergometro Versus Tratamento Habitual.

Re: Uso do Cicloergômetro na Mobilização Precoce após Cirurgia Cardíaca: Estudo Comparativo Randomizado do Cicloergômetro Versus Tratamento Hab... Seg 11/06/18 15:22
 Arquivos Brasileiros De Cardiologia <abc@cardiol.br> + 
 para: patriciadoval@terra.com.br

ver mais

De: Arquivos Brasileiros de Cardiologia 10690 (abc@cardiol.br)

Data: 11/06/18 15:19

Para: patriciadoval@terra.com.br

Cc: patricia_alcantara@santacasaba.org.br

Assunto: Uso do Cicloergômetro na Mobilização Precoce após Cirurgia Cardíaca: Estudo Comparativo Randomizado do Cicloergômetro Versus Tratamento Habitual - 10690

Prezado(a) Dr(a), PATRICIA ALCANTARA DOVAL DE C VIANA,

Seu manuscrito "Uso do Cicloergômetro na Mobilização Precoce após Cirurgia Cardíaca: Estudo Comparativo Randomizado do Cicloergômetro Versus Tratamento Habitual" foi recebido pela Revista Arquivos Brasileiros de Cardiologia. No entanto, será necessário proceder algumas adequações:

- Favor, analisar se o arquivo enviado está correto.

As "Normas para Publicação na Revista Arquivos Brasileiros de Cardiologia" encontram-se no endereço http://www.arquivosonline.com.br/publicacao/normas/pdf/normas_ABC.pdf.

Por favor, acesse o Sistema de Envio de Artigos: <http://publicacoes.cardiol.br/SEA> e reenvie o manuscrito com essas correções no link indicado. Para promover essas alterações, lhe será concedido período de 10 (dez) dias. Vencido esse prazo, o manuscrito será automaticamente cancelado.

Cordialmente,


Os Editores

Para entrar na área de autores do Sistema de Envio de Artigos clique no link a seguir:

<http://publicacoes.cardiol.br/sea>

Submitting of the pending file by the author / Envio do Arquivo pendente pelo autor - 10690

Sex 15/06/18 20:03

Arquivos Brasileiros De Cardiologia <abc@cardiol.br> + 
 para: patriciadoval@terra.com.br

ver mais

The author PATRICIA ALCANTARA DOVAL DE C VIANA has resent the pending manuscript:Uso do Cicloergômetro na Mobilização Precoce após Cirurgia Cardíaca: Estudo Comparativo Randomizado do Cicloergômetro Versus Tratamento Habitual Manuscript Nº:10690 O autor PATRICIA ALCANTARA DOVAL DE C VIANA reenviou o artigo pendente:Uso do Cicloergômetro na Mobilização Precoce após Cirurgia Cardíaca: Estudo Comparativo Randomizado do Cicloergômetro Versus Tratamento Habitual código do artigo:10690

Uso do Cicloergômetro na Mobilização Precoce após Cirurgia Cardíaca: Estudo Comparativo Randomizado do Cicloergometro Versus Tratamento Habitual

Use of Cycle Ergometer in the Early Postoperative Mobilization of Cardiac Surgery: a Randomized Comparative Study of the Cycle Ergometer Versus Usual Treatment

Cicloergômetro e Desempenho Físico após Cirurgia Cardíaca

Cycle Ergometer and Físico Performace after Cardiac Surgery

Palavras-chave: cuidados críticos, mobilização precoce, reabilitação, terapia por exercício, velocidade de marcha.

Keywords: critical care, early mobility, rehabilitation, exercise therapy, walking speed.

SALVADOR-BA

2018

Use of Cycle Ergometer in the Early Postoperative Mobilization of Cardiac Surgery: a Randomized Comparative Study of the Cycle Ergometer Versus Usual Treatment

Abstract

Background: The cycle ergometer has been proposed during early mobilization in the order to improve the muscle strength and reduce hospital length of stay. Although it consist of strategy of greater complexity, ther is no evidence that it is superior to the usual treatment.

Objetive: To explore the hypothesis that the use of cycle ergometer during the early mobilization increases the physicall performace after cardiac surgery, compared to the active exercise.

Méthods: a controlled study with patients undergoing valvar cardiac surgery and/or coronary artery bypass grafting in the period from June to December 2016. The pacients were randomized, on the first day after surgery, to exercise with cycle ergometer or usual treatment (active assisted exercise).Both interventions were performed twice daily, without load, for 15 minutes on average, while the patients remained in the intensive care unit (ICU). The primary endpoint was defined as gait speed, assessed after UCI discharge, measured by a blind evaluator for patient allocation. Considering this study as exploratory and preliminar, as a way to optimize the potencial generation of hypothesis for efficacy, we opted for analysis by protocol, excluding patients who did not complete the exercises.

Results: one hundred and eighty-seven patients completed all stages of intervention and evaluation, totaling 85 in the cycle ergometer group (CiG) and 102 in the control group (CG). In the cycle ergometer group 18 patients has discontinued intervention against 6 of the control group. There was no difference in the number of sessions between groups ($2,8 \pm 1,9$ no GCivs $3,2 \pm 1,5$ $p = 0,25$). According to the BORG scale, the cycle ergometer generated greater perseption of effort ($9,9 \pm 2,7$ $8,21 \pm 1,8$; $p = 0,009$) and promoted higher respiratory rate ($3,2 \pm 4,5$ vs $0,3 \pm 6,1$ ipm, $p = 0,02$) . However, the gait speed did not differ between groups ($0,44 \pm 0,23$ vs $0,47 \pm 0,21$ m/s; $p = 0,34$).

Conclusion: Despite imposing a higher level effort, the use of cycle ergometer during the early mobilization in the ICU does not promote na increase in physical capacity when compared to active assisted exercise in patients underground cardiac surgery.

Resumo

Fundamento: O cicloergômetro vem sendo proposto durante a mobilização precoce de pacientes críticos a fim de melhorar força muscular e reduzir tempo de internamento. Embora essa estratégia consista de maior complexidade, não existe comprovação de que esta seja superior ao tratamento usual.

Objetivo: Explorar a hipótese de que a utilização de cicloergômetro, durante a mobilização precoce, incrementa o desempenho físico após cirurgia cardíaca, comparado ao exercício ativo.

Métodos: estudo controlado envolvendo pacientes submetidos a cirurgia cardíaca valvar e/ou revascularização miocárdica no período de junho a dezembro de 2016. Os pacientes foram randomizados, no primeiro dia após a cirurgia, para exercícios com cicloergômetro ou tratamento usual (exercício ativo assistido). Ambas as intervenções foram realizadas duas vezes ao dia, sem imposição de carga, com duração média de 15 minutos, enquanto os pacientes permaneciam na unidade de terapia intensiva (UTI-CV). O desfecho primário foi definido como velocidade de marcha, avaliada após a alta da UTI-CV, mensurada por um avaliador cego para o grupo de alocação do paciente. Em se considerando este um estudo exploratório e preliminar, como forma de otimizar a potencial geração de hipótese para eficácia, optou-se pela análise por protocolo, excluindo os paciente que não completaram os exercícios.

Resultados: cento e oitenta e sete pacientes concluíram todas as etapas de intervenção e avaliação, totalizando 85 no grupo cicloergômetro e 102 no grupo controle. No grupo cicloergômetro (GCi) 18 pacientes tiveram a intervenção descontinuada contra 06 do grupo controle (GC). Não houve diferença no número sessões entre os grupos ($2,8 \pm 1,9$ no GCi vs $3,2 \pm 1,5$ $p = 0,25$). De acordo com escala de BORG, o cicloergômetro gerou maior percepção de esforço ($9,9 \pm 2,7$ vs $8,21 \pm 1,8$; $p = 0,009$) e promoveu maior elevação da frequência respiratória ($3,2 \pm 4,5$ vs $0,3 \pm 6,1$ ipm, $p = 0,02$). No entanto, a velocidade de marcha não apresentou diferença entre os grupos ($0,44 \pm 0,23$ vs $0,47 \pm 0,21$ m/s; $p = 0,34$).

Conclusão: Apesar de impor maior nível de esforço, a utilização de cicloergômetro durante a mobilização precoce em UTI não promove incremento de capacidade física quando comparado ao exercício ativo assistido livre em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

INTRODUÇÃO

A restrição ao leito durante a internação numa Unidade de Terapia Intensiva (UTI) reduz a mobilidade levando a fraqueza muscular e comprometimento funcional global¹. Com o intuito de reduzir esses efeitos prejudiciais, a mobilização precoce propõe a aplicação do exercício ou atividade física de forma gradual dentro de 72 horas após o término do procedimento cirúrgico¹. Recentes estudos têm enfatizado a mobilização precoce para aumento no transporte de oxigênio e retorno venoso, além de redução de complicações pós-operatórias².

Dentre os recursos físicos, que estimulam a mobilização precoce em unidades de terapia intensiva, o cicloergômetro apresenta-se como um equipamento cíclico estacionário que pode alterar o trabalho muscular, evitando a perda de massa sob a forma de exercícios passivos, ativo-assistidos ou ativos, com ou sem resistência³. No ambiente de terapia intensiva, no entanto, a aplicação desse recurso requer a presença de uma equipe multiprofissional envolvida no processo e atenta aos critérios de segurança para mobilização, além de cuidados com cateteres e outros dispositivos periféricos^{4,5}.

Apesar da mobilização precoce estar prescrita nos cuidados pós operatórios, não há informação em consenso sobre o melhor tipo de mobilização ou seus efeitos sobre o desempenho funcional de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca⁶. Com o objetivo de redução do tempo de permanência em terapia intensiva, devem ser implantadas estratégias terapêuticas que possibilitem benefícios adicionais à capacidade funcional, autonomia e qualidade de vida, sem aumentar a complexidade da assistência fisioterapêutica⁷. Portanto, o objetivo desse estudo é explorar a hipótese de que a utilização de cicloergômetro é capaz de melhorar a capacidade funcional, comparado a cinesioterapia ativa durante a mobilização precoce, em terapia intensiva.

MÉTODOS

Delineamento do estudo

Ensaio clínico controlado randomizado, cego para o avaliador, e unicêntrico.

Seleção da amostra e alocação

Indivíduos em programação de cirurgia cardíaca, no momento da admissão hospitalar, foram convidados a participar da pesquisa, sendo aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram incluídos os pacientes adultos, de ambos os sexos, com

programação para cirurgia cardíaca, eletiva, de revascularização e/ou correção valvar, com esternotomia, em um hospital de referência em cardiologia na cidade de Salvador/Bahia-Brasil, entre o período de junho a dezembro de 2016. Foram excluídos os que apresentaram quadro de déficit neurológico novo, instabilidade hemodinâmica, tempo de ventilação mecânica acima de 12h após a chegada na UCV. Os sujeitos elegíveis foram alocados randomicamente através da ferramenta digital www.randomizer.org, estratificada por tipo de cirurgia, através de envelopes numerados, opacos, lacrados, que foram discriminados por um participante alheio a coleta e avaliação. Os pacientes alocados no grupo Controle (GC) executaram cinesioterapia ativa livre, de acordo com o protocolo da instituição; e, o grupo Cicloergômetro (GCi) utilizou este equipamento no lugar do exercício livre. Ambos os grupos iniciaram suas atividades até 12 horas de extubação.

Procedimentos e medidas

Todos os pacientes atenderam aos critérios de mobilização segura no momento de realizar a atividade motora: FC (40-120), PAS (100-180), PAM (65-110), FR menor que 35ipm, e SpO₂ maior que 90% com FiO₂ menor que 31%, sem o uso de drogas vasoativas ou em processo de desmame dessas⁸.

O grupo controle (GC) realizou exercícios respiratórios e cinesioterapia ativa livre de membros. Para esse protocolo foi realizada 1 série de 10 repetições de cada membro, sem carga: flexão diagonal de ombro até 90°; flexão de quadril e joelho até 60°. Os exercícios foram realizados 2(duas) vezes ao dia, de acordo com a rotina da unidade, com sessões de 10 minutos em média.

O grupo cicloergômetro (GCi) também realizou exercícios respiratórios, e posteriormente, o uso do cicloergômetro para membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII). Foi utilizado o cicloergômetro, da marca *Mini Bike Acte®*, e os indivíduos orientados a girar o pedal ativamente, com velocidade confortável, sem carga, durante 5 minutos para cada grupo de membros. Para a realização do cicloergômetro dos membros superiores, os pacientes foram posicionados com cabeceira elevada a 60° e o equipamento foi posicionado em mesa de apoio sobre o leito. Nos membros inferiores, o equipamento foi posicionado no leito e a cabeceira foi reduzida a 30° para possibilitar melhor adaptação aos pedais e evitar flexões e movimentos compensatórios de quadril.

Os dados hemodinâmicos e respiratórios foram monitorados em ambos os grupos durante toda a atividade: pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e saturação de oxigênio (SpO₂). Outras medidas

como glicemia e lactato capilar também foram mensurados imediatamente antes e após o exercício. Para avaliação da percepção subjetiva de esforço foi utilizada a escala de Borg (6-20). Diariamente os pacientes foram avaliados quanto a dor pela Escala Analógica Visual (EAV) e estavam sob o mesmo protocolo de analgesia. Foram mantidos todos cateteres e drenos invasivos durante os exercícios. O protocolo para ambos os grupos foi mantido até a alta da UCV.

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital Santa Izabel, sob o CAAE: 55241616.6.0000.5520, em consonância com a Resolução 466/12.

Desfecho Primário

O desfecho primário, representado pelo desempenho físico foi avaliado através do teste de velocidade de marcha. Após a alta da UCV, os pacientes realizaram o teste de caminhada de 10 metros, para obter a velocidade de marcha. Durante o teste, os pacientes foram instruídos a caminhar, sem auxílio, em velocidade confortável em um corredor de 10m. Foi adicionada uma distância de 2m antes do início e no final do percurso, para eliminar os componentes de aceleração e desaceleração, sem a utilização de incentivos verbais. A velocidade foi obtida pela divisão entre a distância percorrida (em metros) e o tempo cronometrado (em segundos). Os avaliadores foram cegados, pois não haviam participado da intervenção e foi pedido aos pacientes para não divulgar sua alocação.

Considerando este um estudo exploratório, de intuito gerador de hipótese, cujo desfecho primário é uma variável fisiológica, o desfecho primário foi analisado por protocolo.

Desfechos secundários

Outros resultados incluíram o tempo de internamento em UTI e o tempo de internamento hospitalar (contado desde o dia do procedimento cirrúrgico até a alta).

Dados Adicionais

A atividade física prévia foi obtida através da aplicação do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ- versão curta)⁹, no momento da admissão hospitalar, sendo participantes classificados como ativos, irregularmente ativos, ou sedentários, de acordo com o tempo gasto em atividades físicas antes do internamento. Informações sociodemográficas,

clínicas e cirúrgicas para caracterizar a população foram colhidas através do prontuário clínico.

Planejamento Estatístico

Para elaboração do banco de dados, análise descritiva e analítica, foi utilizado o software *Statistical Package for Social Sciences*(SPSS), versão 15.0 para *Windows*. As variáveis categóricas foram expressas em frequências e percentuais; as contínuas em média e desvio padrão ou em mediana e intervalo interquartil.

Para análise das variáveis categóricas foi aplicado o teste Qui-quadrado de Pearson. O teste t de Student foi usado para a comparação das médias das velocidades de marcha entre os grupos, tempo de internamento e os subgrupos de análise por atividade física prévia. O teste t de Student intragrupos comparou as respostas cardiorrespiratórias antes e após a intervenção de cada grupo. Um valor de p bivariado $< 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo para todas as análises. Em se tratando de uma alocação randomizada, as características basais dos dois grupos foram descritas, porém não comparadas estatisticamente.

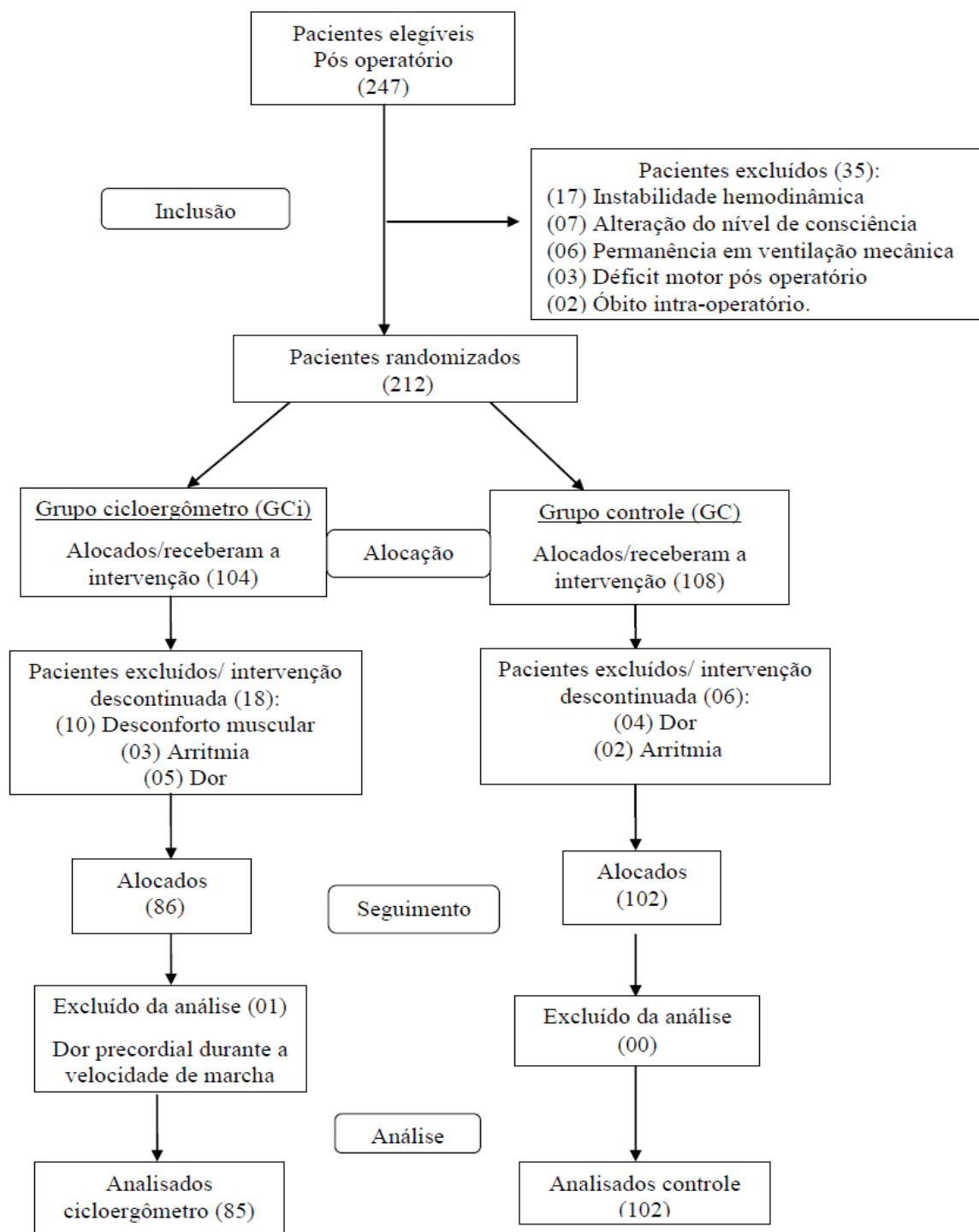
O estudo foi planejado para ter poder de 80% (alfa bicaudal = 5%) para detectar uma diferença de 0,17 m/s na velocidade de marcha entre os grupos, em se considerando desvio-padrão de 0,16 m/s no grupo cicloergômetro e 0,11 m/s no grupo controle¹⁰. Para isso se fariam necessários 36 pacientes por grupo, sendo adotado esse quantitativo por cirurgia em cada grupo. Para alcançar o número estimado em cirurgia valvar, que é menos frequente, foi necessário incluir pacientes por mais tempo.

RESULTADOS

Características da Amostra

De 01 de junho a 20 de dezembro de 2016, 247 pacientes foram convidados a participar do estudo. Após a cirurgia, 35 participantes foram excluídos: 08 por alteração do nível de consciência, 15 por instabilidade hemodinâmica e 03 por impossibilidades neuromusculares, restando 212 pacientes que foram randomizados para grupo cicloergômetro (104) e controle (108). Até 12 horas após a extubação, ambos os grupos submeteram os pacientes a intervenção com exercício de membros. Durante a intervenção, 18 participantes do GCi não concluíram a sessão de exercício por relato de desconforto muscular (10), dor (05) ou por apresentar arritmia (03) no período. No GC, 04 pacientes referiram dor e 2 arritmias. A

população final do estudo foi de 85 participantes para o grupo cicloergômetro e 102 para o grupo controle (figura 1).



As características dos pacientes incluídos em cada grupo foram comparadas na tabela 1, demonstrando homogeneidade. A amostra de ambos os grupos consistiu predominantemente de homens (55% no GCi vs. 62% no GC), onde a média de idade para o

grupo GCi foi de 56 ± 12 anos e no GC de 59 ± 13 anos. O índice de massa corpórea (IMC) apresenta uma amostra variando entre eutróficos e com leve sobrepeso em ambos os grupos ($25 \pm 4,3 \text{ kg/m}^2$ no cicloergômetro vs $25 \pm 3,9$ no controle). Grande parte da amostra foi considerada ativa, segundo IPAQ - versão curta, 37(51%) no grupo cicloergômetro e 47(53%) no grupo controle.

A revascularização miocárdica foi o procedimento cirúrgico mais freqüente nos dois grupos, em comparação a cirurgia valvular (57% no GCi e 61,8% no GC). Todos foram submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea, com tempo de ventilação mecânica semelhantes (5,6 (3,4-8,6) no GCi vs 4,6 (3,3-7,4) horas no GC). Não houve diferença no número de sessões entre os grupos ($2,87 \pm 1,92\text{h}$ no cicloergômetro, vs $3,22 \pm 1,57\text{h}$, $p=0,25$).

Todos os pacientes incluídos foram submetidos a procedimentos eletivos, com características clínicas prévias semelhantes (sem diferença no número de pacientes com fração de ejeção abaixo de 50%). A presença de comorbidades entre os grupos também não apresentou diferença com 57 (67,9%) de pacientes hipertensos no GCi e 66 (64,7%) no GC, e 21 (25%) portadores de diabetes melitus no GCi vs. 33 (25%) no GC. Tabela 1.

Tabela 1. Perfil antropométrico e clínico dos pacientes do grupo controle e cicloergômetro antes da intervenção

	Cicloergômetro (85)	Controle (102)
Idade (anos)*	56 ± 12	59 ± 13
Sexo masculino‡	47 (55%)	62 (60%)
IMC (Kg/m^2)*	$25 \pm 4,3$	$25 \pm 3,9$
Revascularização‡	49 (57,6%)	63 (61,8%)
Fração de Ejeção do VE (%)*	61 ± 13	62 ± 11
Nº pacientes FE<50%	14 (16%)	10 (10%)
Tempo de CEC (min)†	90 (65-117)	95 (75-120)
Tempo de UTI (dias)†	2 (2-3)	2 (2-3)
Tempo de ventilação mecânica (horas)†	5,6 (3,4-8,6)	4,6 (3,3-7,4)
Tempo de permanência/dreno mediastínico (horas)†	28 (22-36)	28 (24-37)
Tempo/deambulação (horas)§*	45 ± 21	46 ± 18
IPAQ‡		
Ativo/Muito ativo	37 (51%)	47 (53%)
Parcialmente ativo/Sedentário	36 (49%)	41 (47%)

IMC: índice de massa corpórea; VE: ventrículo esquerdo; FE: fração de ejeção; CEC: circulação extracorpórea; UTI: unidade de terapia intensiva; IPAQ: questionário internacional de atividade física; (*) dados expressos em média \pm DP (teste T de Student não pareado); (†) mediana; IQ intervalo interquartil, teste de Mann-whitney; (‡) número absoluto (porcentagem), qui quadrado; (§) Tempo para sair do leito e começar a deambulação na UTI.

Tabela 2. Variação das medidas hemodinâmicas e metabólicas durante as intervenções intragrupo

	Cicloergômetro			Controle		
	Antes	Depois	p	Antes	Depois	p
PAS (mmHg)	120 ± 19	125 ± 20	0,01	123 ± 17	126 ± 19	0,19
PAD (mmHg)	62 ± 9	60 ± 12	0,04	61 ± 9	61 ± 8	0,72
PAM (mmHg)	80 ± 10	79 ± 11	0,18	82 ± 13	81 ± 13	0,18
FC (bpm)	89 ± 11	93 ± 13	0,001	84±13	86±11	0,03
FR (ipm)	17± 4,7	22±6	<0,001	17,6±5,9	17±3	0,61
Lactato (mmol/l)*	3,4 (2,3-4,6)	3,8 (2,8-4,9)	0,001	2,8 (2-3,9)	3,5 (2,5-4,8)	0,004
Glicemia (mg/dl)	171±38	175±37	0,5	174±35,1	176 ±38	0,5

Dados expressos em média ± DP (teste T de Student pareado). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória. (*) mediana e intervalo interquartil (teste de Wilcoxon).

O efeito do exercício sobre as variáveis cardiorrespiratórias durante as sessões em ambos os grupos pode ser visto na Tabela 2. O exercício no grupo convencional provocou a alteração significativa na frequência cardíaca e no lactato, enquanto que no grupo cicloergômetro variou a pressão arterial sistólica, diastólica, a frequência cardíaca e respiratória, bem como o lactato. Na análise intergrupo, a frequência respiratória (3 (1-6) vs 2 (-3-3) ipm), a pressão arterial diastólica (-2 (-7-2) vs -0,5 (-4-3) mmHg) e a percepção de esforço (9±2 vs 8±1) foram discretas, porém significativamente mais elevadas no grupo cicloergômetro. Tabela 3.

Tabela 03. Variação das medidas hemodinâmicas e metabólicas entre os grupos

	Cicloergômetro	Controle	p
Variação de PAS (mmHg)	3 (-3-13)	5,5 (-4,7-9,7)	0,82
Variação de PAD (mmHg)	-2 (-7-2)	-0,5 (-4-3)	0,04
Variação de PAM (mmHg)	-2 (-5-3)	-2 (-4-5)	0,69
Variação da FC (bpm)	2 (1-6)	2 (0-5)	0,28
Variação da FR (ipm)	3 (1-6)	2 (-3-3)	0,02
Variação do lactato (mmol/l)	0,5 (0,1-1)	0,6 (0,2-1,2)	0,40
Variação da glicemia (mg/dl)	2,5 (-8-10,5)	1,5 (-7,7-11)	0,83
BORG (6-20)*	9,9 ± 2,84	8,2 ± 1,8	0,009

Dados expressos em mediana; IQ intervalo interquartil, teste de Mann-whitney. (*) média ± DP (teste T de Student não pareado). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; BORG: escala de percepção do esforço de 6 a 20.

Tabela 4. Comparação das velocidades de marcha e tempo de internamento entre os grupos cicloergômetro e controle

	Cicloergômetro (85)	Controle (102)	p
Tempo de UTI (dias) †	2 (2-3)	2 (2-3)	0,27
Tempo total de internamento (dias) †	9 (7-17)	9 (7-15)	0,66

(*). Dados expressos em média \pm DP (teste T de Student não pareado); (†) mediana; IQ intervalo interquartil, teste de Mann-whitney UTI: unidade de terapia intensiva.

Eficácia Comparativa do Cicloergômetro

O desempenho funcional medido através da velocidade de marcha logo após a alta do paciente da UTI para a enfermaria foi semelhante entre os grupos ($0,47 \pm 0,21$ m/s vs. $0,44 \pm 0,23$ m/s; $p=0,34$). Figura 2. Na análise do tempo de permanência hospitalar foi verificada uma mediana de 9 dias (7;15) no GCi e 9 dias (7;17) para o GC ($p=0,66$). Tabela 4.

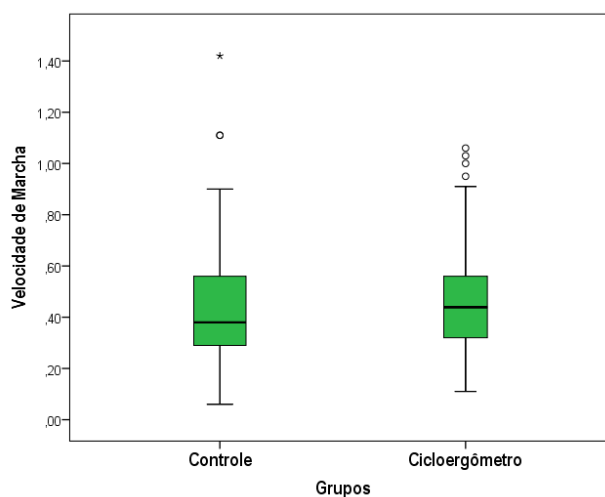


Figura 2. Comparação da velocidade de marcha entre os grupos.

Não houve diferença significativa da velocidade de marcha quando foi analisada apenas os subgrupos de homens e mulheres. Tabela 5.

Após a cinesioterapia ativa, no GC, não foi observada diferença na velocidade de marcha entre pacientes anteriormente ativos e sedentários ($p=0,35$), no entanto essa diferença fez-se presente no GCi, com resposta superior dos ativos em relação aos sedentários ($0,52 \pm 0,24$ m/s vs. $0,41 \pm 0,15$ m/s, $p=0,01$). Tabela 5.

Tabela 5. Comparação da velocidade de marcha entre indivíduos ativos e sedentários e homens e mulheres de cada grupo

	Ativos	Sedentário	p
Cicloergômetro	0,52±0,24	0,41±0,15	0,01
Controle	0,46±0,23	0,41±0,24	0,35
	Homens	Mulheres	p
Cicloergômetro	0,52±0,22	0,4±0,17	0,002
Controle	0,49±0,25	0,36 ± 0,17	0,007

Dados expressos em média ± DP (teste T de Student não pareado). Valores de velocidade de marcha expressos em de m/s.

Discussão

De acordo com os resultados deste estudo, não foi possível evidenciar que a utilização do cicloergômetro no pós-operatório de cirurgia cardíaca, em comparação ao protocolo usual de exercícios na reabilitação hospitalar, resulta em diferença do desempenho físico ou no tempo de internamento.

No estudo atual, vemos que o período de restrição ao leito é relativamente curto (2 dias), por conseguinte poucas sessões são realizadas. Ainda que o cicloergômetro pareça imprimir um esforço maior para o paciente, não promoveu recuperação funcional. A análise por protocolo implicou em extrair da análise de velocidade de marcha os pacientes, principalmente do grupo cicloergômetro, com condições clínicas desfavoráveis o que possibilitaria respostas mais positivas para esse mesmo grupo. Não foi visto, no entanto, superioridade na resposta funcional após o uso de cicloergômetro, sugerindo novos estudos a cerca da necessidade de cicloergômetro para pacientes com curtos períodos na UTI.

Cada vez mais a assistência tecnológica, dada aos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, vem se aperfeiçoando procurando reduzir os danos teciduais de uma intervenção cirúrgica aberta, com menor tempo de ventilação mecânica. A fisioterapia, por sua vez, vem exercendo um papel importante para minimizar as complicações respiratórias e restaurar a capacidade funcional. Para tanto, deve-se ter atenção especial para a maximização da funcionalidade e/ou minimizar o declínio funcional dos pacientes admitidos na UTI¹¹.

Nesse cenário, surge o aumento nas evidências para a redução da restrição ao leito e implementação de exercícios – mobilização precoce. Apesar de alguns estudos demonstrarem vantagem da mobilização precoce para pacientes críticos, ainda são escassos os estudos controlados com tamanho amostral significativo que concordem sobre o melhor tipo de atividade a ser realizada¹²⁻¹⁵.

Tanto a cinesioterapia ativa livre quanto o cicloergômetro consistem em recursos terapêuticos, que promovem atividades musculares dinâmicas repetidas sem cargas adicionais. No entanto, a resistência inerente ao sistema de roldanas do equipamento cicloergômetro e a sustentação contra a gravidade por mais tempo sem pausa representaram maior esforço para os pacientes, o que foi demonstrado através da referência ao esforço percebido (BORG) e pelo aumento significativo da frequência respiratória observada entre os grupos. Também fala a favor de um maior esforço, o número de pacientes que não conseguiram concluir a sessão de exercício no GCi.

Vários estudos trazem as vantagens do uso do cicloergômetro para pacientes críticos desde o período que estão em ventilação mecânica¹⁶⁻¹⁹. No entanto, parte deles não são estudos controlados, e outros apresentam grupo controle sem qualquer intervenção²⁰⁻²². No pós-operatório de cirurgia cardíaca muitos protocolos de estudo não possuem qualquer cegamento ou trazem o cicloergômetro como um recurso adicional ao protocolo dessas instituições²³⁻²⁵. No estudo atual, o cicloergômetro substituiu o protocolo de exercícios sem produzir modificações no desempenho físico durante o teste de velocidade de marcha, levando a crer que o emprego do cicloergômetro no lugar de outro exercício durante o período precoce de reabilitação cardíaca, não apresenta respostas adicionais.

A velocidade de marcha reflete as respostas orgânicas para a demanda da atividade física e indica o desempenho físico desses indivíduos, sendo apontado como sexto sinal funcional preditor para mortalidade no pós-operatório de cirurgia cardíaca e pacientes cardiopatas²⁶⁻²⁹. No estudo atual a média da velocidade de marcha em ambos os grupos foi de 0,4m/s, sendo obtida logo após a alta da UTI com o objetivo de verificar se as intervenções trariam reflexos no desenvolvimento da marcha; e, afastando a influência de outros elementos terapêuticos ainda na fase hospitalar.

Os valores de velocidade de marcha, em outro estudo, durante a primeira caminhada após cirurgia cardíaca, demonstram que pacientes que perfaziam um resultado acima de 0,42m/s podem ter alta hospitalar sem necessidade de reabilitação aguda ou subaguda¹⁰. No estudo atual a média da velocidade de marcha em ambos os grupos foi superior a 0,42m/s, ou seja, a capacidade funcional na saída da UTI não foi influenciada pelo tipo de recurso utilizado no período imediatamente anterior, demonstrando que a intervenção possibilitou seguimentos na reabilitação cardíaca de forma similar.

O fato de pacientes classificados como ativos alcançarem maior velocidade de marcha que os sedentários no grupo cicloergômetro, pode ser explicado pela capacidade de maior aproveitamento do exercício em musculatura previamente adaptada. Além disso, o relato de

desconforto muscular durante o exercício foi presente nesse estudo em membros inferiores em virtude da necessidade de manutenção dos membros contra a gravidade, apesar de apoio nos pedais. Alguns pacientes apresentaram arritmias relacionadas ao esforço com repercussão clínica impossibilitando a manutenção do protocolo e a substituição por exercícios de extremidades apenas para prevenção de tromboembolismo. Essas situações refletem a necessidade de novos estudos envolvendo o uso do cicloergômetro no 1º DPO e maiores ajustes quanto ao tempo prescrito e o risco para essa população.

Quanto ao tempo de permanência hospitalar, estudos prévios trazem que a implementação de cicloergômetro em pacientes críticos reduz a perda da capacidade funcional por restrição ao leito; e, por conseguinte reduz o tempo de internamento³⁰⁻³². No entanto, envolvem unidades com populações cirúrgicas e clínicas diversas. No presente estudo, ambos os grupos estavam na mesma UTI, com as mesmas rotinas de *fast track* aplicados à anestesia, tempo de ventilação mecânica semelhante e controle glicêmico. Os pacientes de ambos os grupos permaneceram no leito no 1º DPO ou até a retirada do dreno mediastínico e, ao sair do leito, no 2º DPO, caminhavam e recebiam alta da UTI, ou seja, a implementação de uma modalidade de exercício através do cicloergômetro não possibilitou alteração no tempo de internamento para um ambiente onde todos os processos clínicos já se encontram otimizados. Isso destaca a necessidade de estudos futuros para ajudar a definir melhor os candidatos que podem se beneficiar dos esforços de outros recursos terapêuticos enquanto estiverem na UTI.

A utilização do cicloergômetro, por sua vez, necessita da disponibilidade do equipamento (custo com a compra e manutenção), do cuidado para transporte e adequação do equipamento ao leito e da presença do fisioterapeuta para garantir a segurança durante a atividade. Alguns autores^{8,18}, afirmam que o cicloergômetro pode ser utilizado de forma precoce, no entanto é preciso ter atenção a fatores relacionados à segurança (condição hemodinâmica e reserva cardiorrespiratória) e fatores externos (presença de cateteres, drenos e equipe multiprofissional envolvida no processo)⁴. Outro estudo afirma que quando o cicloergômetro é comparado a cinesioterapia fora do leito tem a vantagem de reduzir o risco de quedas e tem a possibilidade de suspensão em vigência de uma alteração hemodinâmica aguda ou de um comprometimento respiratório²⁵. O oferecimento de oxigênio adicional durante o esforço também é mais facilmente instalado durante o cicloergômetro.

A ausência de dados sobre a capacidade funcional no período prévio a cirurgia deve-se a impossibilidade de avaliação clínica de muitos pacientes nessa fase. É válido ressaltar, no entanto, que a intervenção cirúrgica e o período de restrição ao leito sob ventilação mecânica

promovem a perda de força, condicionamento e acionamento neural, prejudicando a correlação de testes funcionais antes da intervenção e seu resultado posterior. Ainda assim, a randomização alocou pacientes com características físicas semelhantes em ambos os grupos.

Conclusão

A despeito de impor maior nível de esforço, a utilização de cicloergômetro durante a mobilização precoce em UTI não promove incremento de capacidade funcional quando comparado à cinesioterapia ativa livre em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. As contribuições cumulativas proporcionadas por alterações no processo de cuidados não devem ser subestimadas ou prejudicados, mas precisam ser entendidos e quantificados para que as futuras intervenções possam ser projetadas para direcionar fatores modificáveis específicos que afetem o restabelecimento após uma cirurgia cardíaca. Novos estudos devem buscar observar se o emprego do cicloergômetro pode modificar outras variáveis como qualidade de vida, aderência à reabilitação cardíaca, dentre outros.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Alcântara P, Lordello GG; Obtenção de dados: Correia LS, Moura MA, Rosier GL, Lordello GG; Análise e interpretação dos dados: Alcântara P, Lordello GG, Correia LC; Análise estatística: Alcântara P, Correia LS; Redação do manuscrito: Alcântara P; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Alcântara P, Feitosa GS, Viana VJ, Correia LC.

Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação acadêmica

Este artigo é parte de tese de doutorado de Patrícia Alcântara pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.

Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Santa Izabel –Santa Casa da Bahia sob o número de protocolo CAAE: 55241616.6.0000.5520. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo. Este ensaio clínico possui o número (*Register Number*):RBR-8ysb3 no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC).

REFERÊNCIAS

1. Johnson D, Kelm C, To T, Hurst T, Naik C, Gulka I, et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995; 152(3):953-8.
2. Santos PMR, Riccia NA, Sustera EAB, Paisani DM, Chiavegato LD. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy*. 2017; 103(1):1-12.
3. Needham DM, Truong AD, Fan E. Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients. *Crit Care Med [Internet]*. 2009; 37(10 Suppl):S436–41.
4. Hopkins RO, Mitchell L, Thomsen GE, Schafer M, Link M, Brown SM. Implementing a Mobility Program to Minimize Post-Intensive Care Syndrome. *AACN Adv Crit Care*. 2016; 27(2):187-203.
5. Wahab R, Yip NH, Chandra S, Nguyen M, Pavlovich KH, Benson T, et al. The implementation of an early rehabilitation program is associated with reduced length of stay: A multi-ICU study. *Journal of the Intensive Care Society* 2016, Vol. 17(1) 2–11.
6. Sommers J, Engelbert RH, Dettling-Ihnenfeldt D, Gosselink R, Spronk PE, Nollet F, van der Schaaf M. Physiotherapy in the intensive care unit: an evidence-based, expert driven, practical statement and rehabilitation recommendations. *Clin Rehabil*. 2015; 29(11):1051-63.
7. Pires-Neto RC, Pereira AL, Parente C, Sant’Anna GN de, Esposito DD, Kimura A, et al. Caracterização do uso do cicloergômetro para auxiliar no atendimento fisioterapêutico em pacientes críticos. *Rev Bras Ter Intensiva [Internet]*. 2013;25(1):39–43.
8. Stiller K, Phillips A, Lambert P. The safety of mobilisation and its effect on haemodynamic and respiratory status of intensive care patients. *Physiother Theory Pract*. 2004; 20(3):175-85.
9. Macfarlane DJ, Lam T, Stewart SM. Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act [Internet]*. BioMed Central Ltd. 2011; 8(1):115.
10. Albany K, Bibi KW, Greenwood KC. Walking Speed Differences Following Open Heart Surgery Vary With Discharge Destination. *Journal of Acute Care Physical Therapy*. 2015; 6(2): 56–63.

11. Silva VS, Pinto JG, Martinez BP, Camelier FWR. Mobilização na Unidade de Terapia Intensiva: revisão sistemática. *Fisioter. Pesqui.* 2014; 21 (4): 398-404.
13. Herdy AH, Marcchi PLB, Vila A, Tavares C, Collaco J, Niebauer J. Pre- and postoperative cardiopulmonary rehabilitation in hospitalized patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Am J Phys Med Rehabil* 2008;87:714–9.
14. Patman S, Sanderson D, Blackmore M. Physiotherapy following cardiac surgery: is it necessary during the intubation period? *Aust J Physiother.* 2001;47:7–16.
15. Cacao L de A, Oliveira GU, Maynard LG, Araújo Filho AA, Silva Jr WM, Cerqueira Neto ML. The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2013;28:281–9.
16. Trevisan MD, Lopes DG, Mello RG, Macagnan FE, Kessler A. Alternative Physical Therapy Protocol Using a Cycle Ergometer During Hospital Rehabilitation of Coronary Artery Bypass Grafting: a Clinical Trial. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2015; 30(6): 615-9.
17. Martin UJ, Hincapie L, Nimchuk M, Gaughan J, Criner GJ. Impact of whole-body rehabilitation in patients receiving chronic mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2005; 33(10): 2259-2265.
18. Pires-Neto C, Kawaguchi YM, Hirota SA, et al. Very early passive cycling exercise in mechanically ventilated critically ill patients: physiological and safety aspects—a case series. *PLoS ONE* 2013; 8: e74182.
19. Kho ME, Molloy AJ, Clarke F, et al. Quantifying active inbed cycling in medical-surgical critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014; 189: A3880.
20. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, et al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med.* 2009; 37: 2499–505.
21. Parry SM, Berney S, Warrillow S, et al. Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: a pilot case-matched control study. *J Crit Care* 2014; 29: 695.e1-e7.
22. Kho ME, Molloy AJ, Clarke F, Herridge MS, Koo KK, Rudkowski J, et al. CYCLE pilot: a protocol for a pilot randomised study of early cycle ergometry versus routine physiotherapy in mechanically ventilated patients. *BMJ Open.* 2016; 6(4): e011659.
23. Torres DC, Santos PMR, Reis HJL, Paisani DM, Chiavegato LD. Effectiveness of an early mobilization program on functional capacity after coronary artery bypass surgery: A randomized controlled trial protocol. *SAGE Open Medicine.* 2017; 4: 1–8.
24. Borges DL, Silva MG, Silva LN, et al. Effects of Aerobic Exercise Applied Early After Coronary Artery Bypass Grafting on Pulmonary Function, Respiratory Muscle Strength, and Functional Capacity: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Physical Activity and Health.* 2016;13, 946-951.

25. Hirschhorn AD, Richards DA, Mungovan SF, Morris NR, Adams L. Does the mode of exercise influence recovery of functional capacity in the early postoperative period after coronary artery bypass graft surgery? A randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012; 15(6):995-1003.
26. Middleton A, Fritz SL, Lusardi M. Walking Speed: The Functional Vital Sign. *J Aging Phys Act*. 2015 April ; 23(2): 314–322.
27. Cesari M, Kritchevsky SB, Penninx BWHJ, et al. Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people - results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53: 1675– 80.
28. Afilalo J, Eisenberg MJ, Morin JF, Bergman H, Monette J, Noiseux N, et al. Gait Speed as an Incremental Predictor of Mortality and Major Morbidity in Elderly Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010; 56 (20):1668-76.
29. Dumurgier J, Elbaz A, Ducimetière P, Tavernier B, Alperovitch A, Tzourio C. Slow walking speed and cardiovascular death in well functioning older adults: prospective cohort study. *BMJ*. 2009; 339: b4460.
30. Engel HJ, Tatebe S, Alonzo PB, Mustille RL, Rivera MJ. Physical therapist-established intensive care unit early mobilization program: quality improvement project for critical care at the University of California San Francisco Medical Center. *Phys Ther*. 2013; 93(7):975-85.
31. Adler J, Malone D. Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2012; 23(1):5-13.
32. Pinheiro AR, Christofolletti G. Motor physical therapy in hospitalized patients in an intensive care unit: a systematic review. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012; 24(2):188-196

ANEXO C – Artigo Publicado no Journal of Pharmacy and Pharmacology - Mobilidade Pós Cirurgia Cardíaca: O Que Pode Influenciar?

Journal of Pharmacy and Pharmacology 6 (2018) 429-435
doi: 10.17265/2328-2150/2018.04.016



Mobility after Heart Surgery: What Are Influential Factors?

Gabriela Lago Rosier¹, Gleide Glícia Gama Lordello¹, Marcela Araujo de Moura¹, Larissa Santana Correia¹, Luana Lais Silva Polte¹, Giulliano Gardenghi², Luis Cláudio Correia¹, Patricia Alcântara Doval de Carvalho Viana¹

1. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador 40290-000, Brasil

2. Hospital ENCORE, Goiás 74930-390, Brasil

Abstract: Objective: To analyze postoperative mobility after cardiac surgery. Methods: Observational study in patients, aged ≥ 18 years, undergoing myocardial revascularization and/or valvular heart surgery, hospitalized in a Brazil hospital. The data collection took place between April 2016 and March 2017. On admission to the ward, patients received a calibrated pedometer. They were asked to use the device during five consecutive days, yet only three days of full use were analyzed. Results: Analyzed were data of 87 individuals with mean age of 58.70 ± 12.59 years, 52 (59.8%) of them were males. Regarding surgery, 53 (60.9%) underwent myocardial revascularization. The median number of steps was 738 (185-1,557), which showed a weak and inverse correlation with the length of stay in the intensive care unit ($r = -0.3 / p = 0.02$), however, it was not statistically significant when related to clinical and surgical data. Male patients had a better mobility when compared to patients of the female sex ($p = 0.04$). Conclusions: Individuals who had a longer stay in the intensive care unit, as well as females, had a lower mobility in the ward. The mobility did not show a relation with intra- and postoperative factors.

Key words: Cardiac surgery, physiotherapy, ambulation.

1. Introduction

Cardiac surgeries are highly complex procedures that generate a need for intensive care by a multiprofessional team in the postoperative period [1]. To this end, patients are transferred to an ICU (intensive care unit), where immobility and inactivity are common. This could, in association with preoperative and intraoperative risk factors, generate organic changes in physiological mechanisms, as well as systems of the human body [2, 3].

It could be of importance to leave the bed at the earliest opportunity to do physical exercises, whether spontaneous or supervised, as exercising produces benefits related to cardiovascular conditioning, and

reduces morbidity and pulmonary complications [4]. To quantify physical activities, the pedometer is an instrument frequently used in the literature, a tool with a mechanical sensor that counts vertical oscillations of the body and translates them into a number of steps [5, 6].

The number of steps is used as the numerical representation of physical activity level of population groups [6-8]. This activity expresses the level of mobility, which, according to the ICF (international classification of functioning, disability and health) [9], consists of movements from body position changes to displacement with ambulation. In this context, due to the absence of a pre-established reference value to be used as a therapeutic goal or recommendation for this at-risk population, the evaluation of the level of mobility in the hospital phase of cardiac rehabilitation becomes fundamental for physiotherapeutic practice.

Corresponding author: Gabriela Lago Rosier. Specialist physiotherapist of Hospital Santa Izabel, participant of search group of cardiovascular and respiratory physiotherapy of Bahiana (GEPFIR), research fields: physiotherapy and cardiovascular disease.

Therefore, in order to set goals for recovery, and offer better physiotherapeutic care, we designed this study to analyze the mobility in the post-cardiac surgery period.

2. Materials and Methods

2.1 Study Design

A cross-sectional observational study was carried out in a referral hospital for cardiology in the city of Salvador, Bahia, Brazil, where data collection started in April 2016 and completed in March 2017. Selected were hospitalized patients with MR (myocardial revascularization) and/or heart valve surgery scheduled. Patients were of both sexes, aged ≥ 18 years (lower age for be admitted in the intensive care unit). Excluded were those with difficulties in understanding the activities involved in the research, or with dependent ambulation. Regarding the type of surgery, in the case of related procedures, the patients were allocated to the group of the main surgery in question.

In the preoperative period, individuals were invited to participate in the study, and sign the informed consent form. Subsequently, participants were asked to complete the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ—short version) [10]. Then, according to the results, participants were classified as active, irregularly active, or sedentary, according to the time spent in physical activities before hospitalization. Clinical- and surgical information was collected through the medical records and transferred to the data collection form.

On admission to the ward, participants received a calibrated and sealed pedometer (ONMROM 320i),

and were instructed to fasten it to their clothes at hip height, only to remove it to sleep at night or when taking a shower. The period of use of the device was five days, as described in Fig. 1, and, only the data of three days of full use were counted. Researchers visited each individual on a daily basis, to check the device, and to measure optimal operation.

The sample power was obtained through the WinPepi calculator (publichealth.jbpub.com/book/gerstman/winpepi.cfm). The Etcetra command was selected with $n = 87$ people, to obtain a correlation coefficient of 0.4, and a significance level of 5%, resulting in a power of 97.3%.

2.2 Statistics Analysis

The SPSS (statistical package for social sciences), version 14.0 for Windows, was used to create the database, and the descriptive and inferential analysis. The normality of the variables was tested by using descriptive statistical analysis. The Mann-Whitney test was used to compare the medians of the number of steps between the type of surgery and type of sex. The difference between the medians of the levels of physical activity, was obtained through the *Kruskal-Wallis* test. The *Spearman's* correlation coefficient was used to analyze the correlations between age, BMI (body mass index), ICU time, drain, MV (mechanical ventilation), and bed restriction, with the number of steps. The data of three days of use of the device were compared by using the *Friedman* test, with post hoc analysis done by dividing the *p*-value of the *Wilcoxon* test by the number of comparisons. The level of significance was 5%.

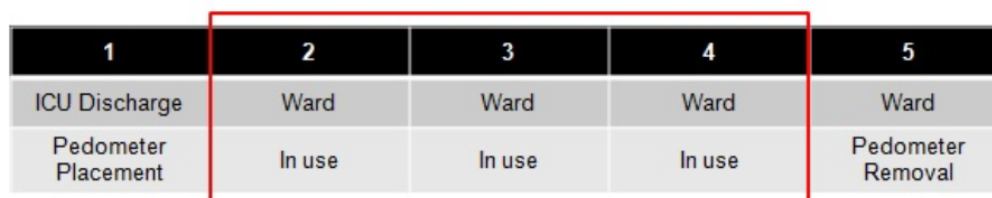


Fig. 1 Pedometer usage diagram of individuals in the post-cardiac surgery period Salvador-BA, 2017.

2.3 Ethics Statement

The study has been approved by the Ethics Committee on Research in Human Beings of the Santa Izabel Hospital, under the CAAE: 55241616.6.0000.5520, in accordance with Resolution 466/12.

3. Results

The sample was composed according to information as depicted in Fig. 2, resulting in $n = 87$ individuals.

The mean age was 58.70 ± 12.59 years, 52 (59.8%) of them were males, with a mean BMI of 25.97 ± 3.86 kg/m^2 . Regarding surgery, 53 (60.9%) underwent MR, while 34 (39.1%) underwent heart valve surgery. The median of the total number of steps was 738 (185-1,557). According to the IPAQ questionnaire data, 51 (59.3%) were considered active, 26 (30.2%) were irregularly active and 9 (10.5%) were sedentary. Clinical- and post surgical data are described in Table 1.

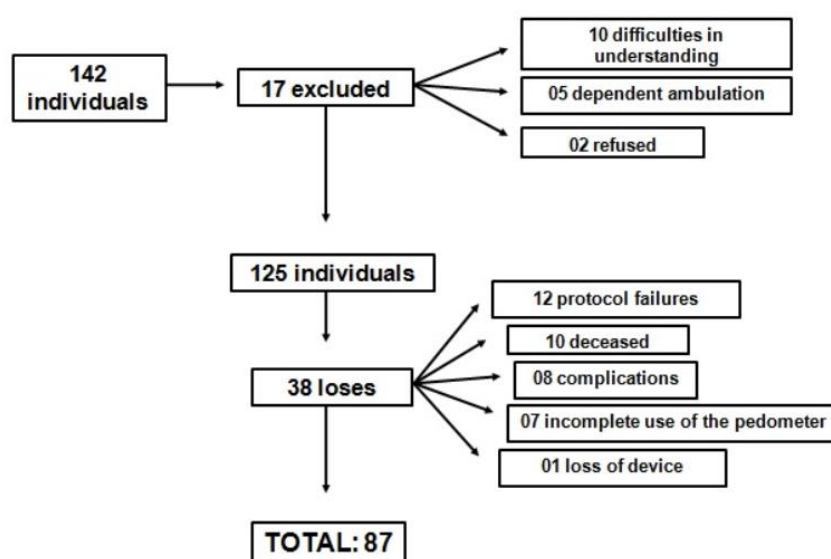


Fig. 2 Flowchart of sample composition of individuals in the post-cardiac surgery period. Salvador-Bahia, 2017.

Table 1 Clinical and postoperative data of the individuals in the post-cardiac surgery period. Salvador-BA, 2017.

Analyzed variable	Mean \pm SD
Age (years)	58.70 \pm 12.59
BMI (kg/m^2)	25.97 \pm 3.86
Bed restriction (hours)	46.74 \pm 19.78
	Median (IQ)
MV time (hours)	5.08 (3.50-8.54)
Drain Time (hours)	28.40 (24.66-37.25)
ICU time (days)	02 (2-3)
	Mean \pm SD / Median (IQ)
Number of steps	1,108.45 \pm 1,264.19 / 738 (185-1557)
Sex	n (%)
Male	52 (59.8%)
Type of surgery	
Myocardial revascularization	53 (60.9%)
Valvular heart surgery	34 (39.1%)

BMI = body mass index; MV = mechanical ventilation; ICU = intensive care unit.

When comparing the data of the three days of use of the device, we identified that the number of steps is greater the longer the stay in the hospital. With a statistically significant relation ($p = 0.014$) in the variation of 205.36 steps, between the first and third day of using the pedometer, (Fig. 3).

In the comparison between the medians of the number of steps between the sexes, it was found that patients of the male sex have a greater mobility when

compared to those of the female sex ($p = 0.04$). While comparing the types of surgery, no statistical difference was found. Although the sedentary individuals obtained a higher median of steps, no difference was found between physical activity levels and mobility ($p = 0.27$) (Table 2).

Mobility, represented by the number of steps, did not show a correlation with age ($p = 0.31$), BMI ($p = 0.36$), time of MV ($p = 0.11$), restriction to bed ($p = 0.40$) or

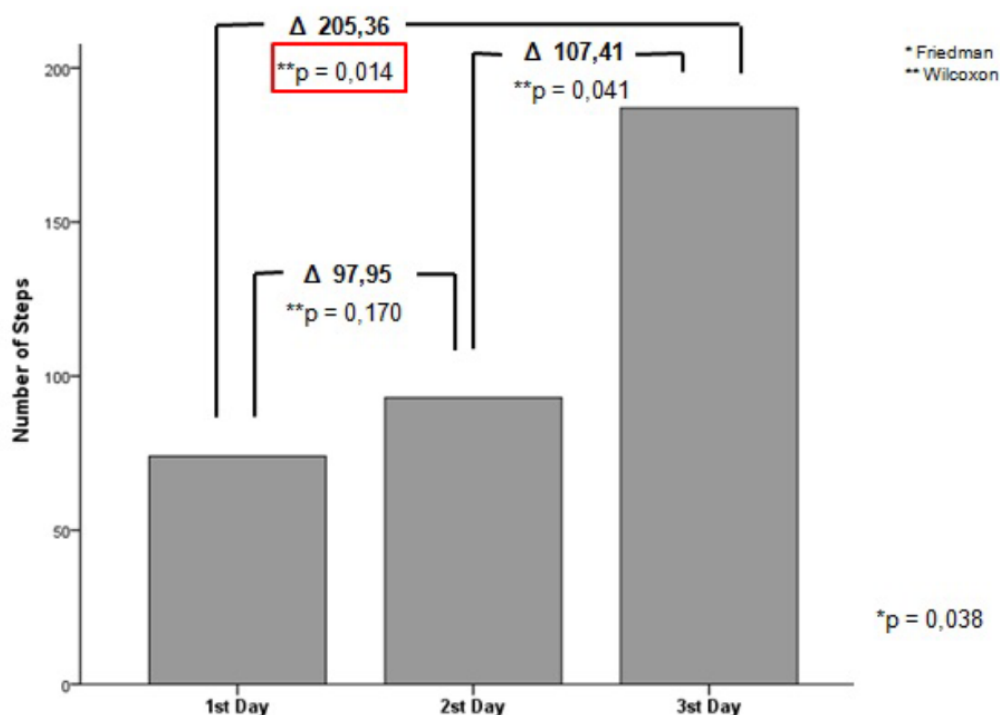


Fig. 3 Median comparison between days of pedometer use in the post-cardiac surgery period. Salvador-Bahia, 2017.

Table 2 Median comparison of the number of steps between sex, type of surgery and level of physical activity in individuals in the post-cardiac surgery period. Salvador-BA, 2017.

Sex	Number of steps	<i>p</i>
Female	478 (134-841)	0.04*
Male	946 (235.25-1,733)	
Type of surgery		
Myocardial revascularization	478 (176-1,799)	0.45*
Heart valve surgery	841 (303.75-1,438.75)	
Level of physical activity		
Active	765 (299-1,678)	0.27**
Regularly active	456 (128-1,371.5)	
Sedentary	1,298 (54-2,369)	

* Mann-Whitney.

** Kruskal-Wallis.

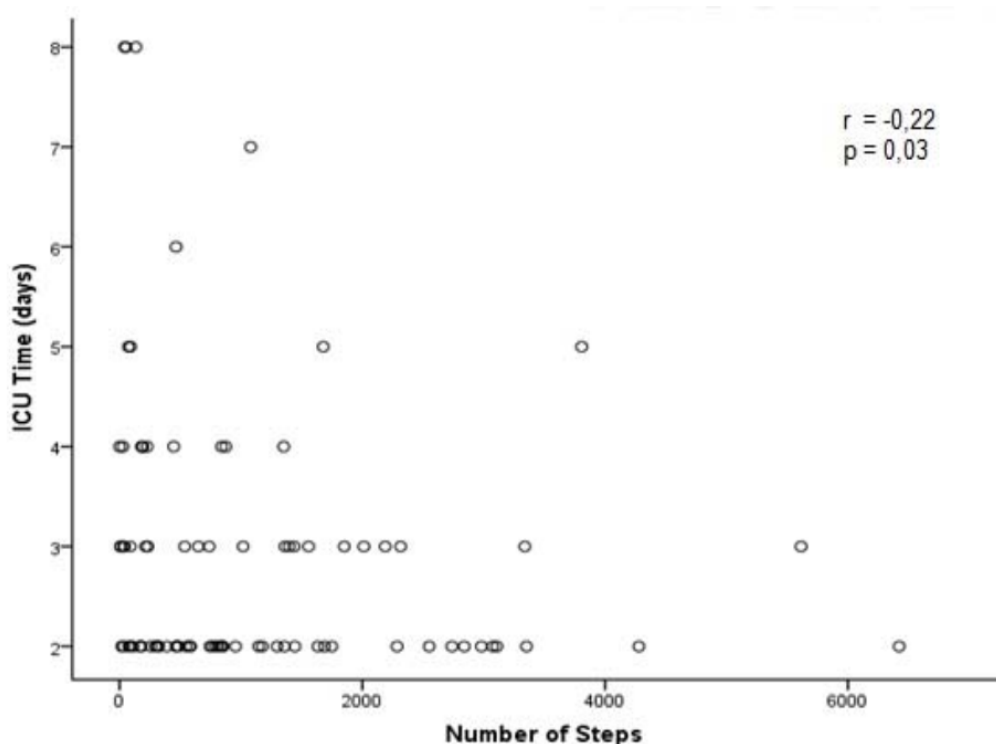


Fig. 4 Correlation between ICU time and number of steps in the post-cardiac surgery period. Salvador-Bahia, 2017.

drains ($p= 0.87$), and showed a weak and inverse relationship with the length of ICU stay ($r = -0.3 / p = 0.02$) (Fig. 4).

4. Discussion

Several studies validate the pedometer as a therapeutic tool, used as an incentive for independent physical activity, once the user receives visual feedback from the device [11-13]. In this research, the device was only used as an instrument to measure mobility, as it was delivered sealed and the participant did not have access to the recorded data. In this way, taking into account the lack of visual motivation and daily incentive and given the option by the researchers to perform any type of activity, rather than evaluating mobility, their data reveal the possibility and willingness to leave the bed.

The average number of steps found in this study was approximately 1,000 steps, a value lower than that shown by another author with a similar population [13].

In this study, the author describes an average of approximately five thousand steps, which may be explained by a higher number of evaluated days than selected for our research (five and three days, respectively). Both, in these case studies and in the other studies involving the number of steps in cardiopathic patients, the presence of large variations of this value is notorious and unanimous, demonstrating a heterogeneity of this population with respect to mobility.

The harmful effects of the ICU [3, 14-16] and, mainly, its functional repercussions on the patients are well described in the literature. As it is an intensive care unit, with potential limitations to leave the bed, such as continuous monitoring, presence of venous access and induction, and reduced physical space [17, 18], its users end up changing their functional independence, even without having limiting clinical factors. Thus, although the length of stay in the ICU was within the expected range [19, 20], we observed

that the small number of individuals who remained in this unit for a longer time registered an evenly smaller number of steps in the ward.

In several studies, males presented better pedometer performance when compared to females [13, 21]. In a study performed in patients after cardiac surgery, the mean number of steps of men in five days was 3,380 steps, while in the female population, this number dropped to less than half [13]. Conform the previously described profile, in this sample, the female presented a smaller number of steps, although they were younger, with higher EF (ejection fraction), shorter ECC (extracorporeal circulation), less drainage and restrictions to the bed, factors that can represent lower postoperative complications.

Two authors, in different studies [22, 23], showed that, just as in this research, the daily average of free physical activity after discharge from the ICU was upward, representing an increase in the mobility already expected after hospitalization. Such mobility, according to the research findings, have not show a relation with the clinical or surgical factors of the cardiac procedure itself. In addition, although individuals that underwent heart valve surgery were younger, no difference between the ages and types of surgery was found, which can be explained by psychological and individual factors, such as demotivation for ambulation, insecurity and fear of leaving the bed.

According to research conducted in individuals who underwent cardiac surgery in Australia, the more exercises are done during the physiotherapeutic sessions, the more independent mobility is observed [13]. The greater the mobility or independent physical activities during the hospitalization period, the better the long-term functional recovery and the more independence in phase II of the rehabilitation is shown. Besides all this, the mobility also reduces postoperative complications, and improves the physiological functional capacity and healing process. It also accelerates the discharge process, which is already

associated with reduction of re-hospitalization [12, 13, 24].

A limitation of this study was that psychological and individual factors were not evaluated. And these factors have not been assessed previously. However, they may be potential determinants of leaving the bed, as the high variability of the number of steps shown was not related to postoperative factors or level of previous physical activity. Along with the advances in surgical procedures and multi-professional care, it is up to physiotherapy to renew itself and to create new protocols to reduce immobility. Thus, in order to improve the cardiac rehabilitation phase I, it is suggested that new studies evaluate whether the increase in techniques in the ICU or a differentiated approach in the wards can modify this outcome.

5. Conclusions

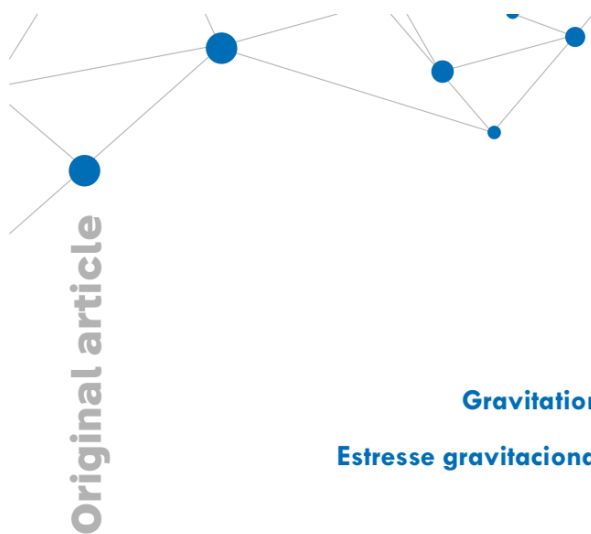
Individuals with a longer stay in the intensive care unit, as well as female patients, have lower mobility in the ward. This mobility was not related to intra- and postoperative factors, but it is noteworthy that, although a great variation was shown, the number of steps increases during hospitalization. We suggest that news papers evaluate the physiological factors evolved after cardiac surgery, and if it can explain the reduce of mobility in a population without functional disorders.

References

- [1] João, P. R. D., and Junior, F. F. 2003. "Cuidados Imediatos no Pós-operatório de Cirurgia Cardíaca." *J Pediatr Rio J [Internet]* 79 (supl.2): S213-22.
- [2] Soares, G. M. T., Ferreira, D. C. D. S., Gonçalves, M. P. C., Alves, T. G. de S. A., David, F.L., Henriques, K. M. de C., et al. 2011. "Prevalência das Principais Complicações Pós-Operatórias em Cirurgias Cardíacas." *Rev Bras Cardiol.* 24 (3): 139-46.
- [3] Carvalho, T. G. De, Lucia, A., Silva, G., Santos, M. L., Schäfer, J., and Seve, L. 2013. "Relação Entre Saída Precoce do Leito na Unidade de Terapia Intensiva e Funcionalidade Pós-alta: um Estudo Piloto." *Rev Epidemiol e Control da Infecção.* 3 (3): 82-6.
- [4] Guimarães, A. R., Melo, T. A. De, Frazão, M., and Gardenghi, G. 2015. "Alterações Fisiológicas da Caminhada e Tempo de Internamento no Pós-Operatório

- de Cirurgia Cardíaca." *Int J Cardiovasc Sci.* 28 (5): 480-6.
- [5] Rosa, C. S. da C., Messias, K. P., Fernandes, R. A., da Silva, C. B., Monteiro, H. L., and Freitas Junior, I. F. 2011. "Atividade Física Habitual de Crianças e Adolescentes Mensurada por Pedômetro e sua Relação com Índices Nutricionais." *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 13 (1): 22-8.
- [6] Nyssen, S. M., dos Santos, J. G., Barusso, M. S., Junior, A. D. de O., Di Lorenzo, V. A. P., and Jamami, M. 2013. "Nível de Atividade Física e Preditores de Mortalidade na DPOC." *J Bras Pneumol.* 39 (6): 659-66.
- [7] Da Silva, C. F. F., Amorim, P. R. dos S., de Carvalho, C. J., de Faria, M. M., and Lima, L. M. 2015. "Associação de Força e Nível de Atividade Física à Densidade Mineral Óssea na pós Menopausa." *Rev Bras Med do Esporte.* 21 (2): 117-21.
- [8] de Oliveira, A. S., Santos, A. da C., Cabral, D. L., Brasileiro-Santos, M. do S., and Acelerômetros, Pedômetros, E. 2010. "Monitores De Frequência Cardíaca São Adequados Para Avaliar O Nível De Atividade Física Em Idosos? Uma Revisão Sistemática." *Rev Bras Ciência e Mov [Internet].* 18 (2): 100-6.
- [9] Organização, M. de S. 2004. "CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade." *Classificação Int Funcionalidade, Incapacidade e Saude [Internet].* 238.
- [10] Lee, P. H., Macfarlane, D. J., Lam, T., and Stewart, S. M. 2011. "Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): A Systematic Review." *Int J Behav Nutr Phys Act [Internet].* 8 (1): 115.
- [11] Borges, L. J., Guidarini, F. C. S., Gerage, A. M., Scherer, F. C., Meurer, S. T., Borges, R. A., et al. 2014. "Pedômetros: Estratégia de Promoção da Atividade Física em Idosos." *Rev Bras Geriatr e Gerontol [Internet].* 211-3.
- [12] Izawa, K. P., Watanabe, S., Hiraki, K., Morio, Y., Kasahara, Y., Takeichi, N., et al. 2012. "Determination of the Effectiveness of Accelerometer Use in the Promotion of Physical Activity in Cardiac Patients: A Randomized Controlled Trial." *Arch Phys Med Rehabil [Internet].* 93 (11): 1896-902.
- [13] Mungovan, S., Singh, P., Gass, G., Smart, N., and Hirschhorn, A. 2017. "Effect of Physical Activity in the First Five Days after Cardiac Surgery." *J Rehabil Med [Internet].* 49 (1): 71-7.
- [14] Nordon-Craft, A., Moss, M., Quan, D., and Schenkman, M. 2012. "Intensive Care Unit-Acquired Weakness: Implications for Physical Therapist Management." *Phys Ther [Internet].* 92 (12): 1494-506.
- [15] De Jesus, F. S., De Macedo Paim, D., De Oliveira Brito, J., De Araujo Barros, I., Nogueira, T. B., Martinez, B. P., et al. 2016. "Mobility Decline in Patients Hospitalized in an Intensive Care Unit." *Rev Bras Ter Intensiva.* 28 (2): 114-9.
- [16] Borges, J. B. C., Ferreira, D. L. M. de P., Carvalho, S. M. R. de, Martins, A. S., Andrade, R. R., and Silva, M. A. de M. 2006. "Avaliação da Intensidade de dor e da Funcionalidade no Pós-operatório Recente de Cirurgia cardíaca." *Rev Bras Cir Cardiovasc [Internet].* 21 (4): 393-402.
- [17] Vollman, K. M. 2010. "Progressive Mobility in the Critically Ill." *Crit Care Nurse.* 30 (2): 3-6.
- [18] Maria, Y., Kawaguchi, F., Nawa, R. K., Figueiredo, T. B., Martins, L., and Pires-neto, R. C. 2016. "Perme Intensive Care Unit Mobility Score e ICU Mobility Scale: Tradução e Adaptação Cultural Para a Língua Portuguesa Falada no Brasil." *J Bras Pneumol.* 42 (6): 429-34.
- [19] Rosier, G. L., Ribeiro, A. M. R., Silva, S. O., Silva, S. O., and Lordello, G. G. 2017. "Revascularização Miocárdica e Troca Valvar: Comparação no Perfil dos Indivíduos." *Rev. Saúde HIS 3 Dez (4):* 46-50.
- [20] Luiz, A., Cordeiro, L., Melo, T. A. De, Ávila, A., and Esquivel, M. S. 2015. "Influência da Deambulação Precoce no Tempo de Internação Hospitalar no Pós-operatório de Cirurgia Cardíaca." *Int J Cardiovasc Sci.* 28 (5): 385-91.
- [21] Dos Santos, F. K., Gomes, T. N. Q. F., de Souza, M. C., and Chaves, R. N. 2016. "Atividade Física, IMC e Risco Metabólico em Adolescentes Portugueses." *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 18 (1): 103-13.
- [22] Papaspyros, S., Uppal, S., Khan, S. A., Paul, S., and O'Regan, D. J. 2008. "Analysis of Bedside Entertainment Services' Effect on Post Cardiac Surgery Physical Activity: A Prospective, Randomised Clinical Trial." *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 34 (5): 1022-6.
- [23] Costa Junior, J. M. F., Almeida, K. da S., Santos, M. C. de S., Carneiro, S. R., and Torres, D. da C. 2015. "Avaliação Pedométrica em Pacientes no Pós-Operatório de Cirurgia de Revascularização do Miocárdio, Após Mobilização Precoce." *Rev Para Med.* 29 (2): 45-50.
- [24] Luiz, A., Cordeiro, L., Melo, T. A. De, Ávila, A., and Esquivel, M. S. 2015. "Influência da Deambulação Precoce no Tempo de Internação Hospitalar no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca." *Int J Cardiovasc Sci.* 28 (5): 385-91.

ANEXO D – Artigo Publicado na Revista Pesquisa em Fisioterapia - Estresse Gravitacional no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca



Original article

How to cite this article: Viana PADC, Lordello GGG, Serra JMM, Rosier GL, Correia LC. Gravitational stress in postoperative heart surgery. J Phys Res. 2018;8(4):x-x. doi: 10.17267/2238-2704rpf.v8i4.2101



Gravitational stress in postoperative heart surgery

Estresse gravitacional no pós-operatório de cirurgia cardíaca

Patrícia Alcântara Doval de Carvalho Viana¹, Gleide Glícia Gama Lordello², Juliana Martini Matos Serra³, Gabriela Lago Rosier⁴, Luís Cláudio Correia⁵

¹BAHIANA - School of Medicine and Public Health, Hospital Santa Izabel. Salvador, Bahia, Brazil. ORCID: 0000-0003-2147-3176. padcarvalho1@bahiana.edu.br

²Corresponding author. BAHIANA - School of Medicine and Public Health, Hospital Santa Izabel. Salvador, Bahia, Brazil. ORCID: 0000-0002-9915-8961. gleidelordello@bahiana.edu.br

³BAHIANA - School of Medicine and Public Health. julianaserra14.1@bahiana.edu.br. ORCID: 0000-0003-1245-7510

⁴BAHIANA - School of Medicine and Public Health, Hospital Santa Izabel. Salvador, Bahia, Brazil. ORCID: 0000-0002-3170-0320. gabi.rosier@hotmail.com

⁵BAHIANA - School of Medicine and Public Health. Salvador, Bahia, Brazil. ORCID: 0000-0002-6910-1366. luis.correia@bahiana.edu.br

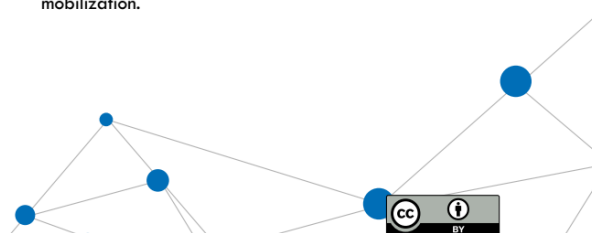
RESUMO | INTRODUÇÃO: após a cirurgia cardíaca, a mobilização precoce busca o ganho funcional e um melhor condicionamento para as próximas fases da reabilitação cardiovascular, tendo o estresse gravitacional(EG) um importante papel para o retorno destas atividades, através da integridade dos mecanismos compensatórios cardiovasculares. **OBJETIVO:** verificar o comportamento de variáveis circulatórias e respiratórias durante o EG no pós-operatório de cirurgia cardíaca. **MATERIAIS E MÉTODOS:** estudo quasi-experimental, transversal e analítico, composto por 83 indivíduos adultos clinicamente estáveis, submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio ou abordagem valvar. Excluídos aqueles com dificuldade de compreensão das atividades realizadas, além de comprometimento motor e/ou neurológico que impossibilitassem a realização do EG, de forma adaptada. Foram coletados os dados circulatórios e respiratórios no 1º minuto para cada etapa através do monitor multiparamétrico Gemedical Systems®. **RESULTADOS:** as frequências cardíaca e respiratória apresentaram um aumento com significância estatística ($p \leq 0,01$), quando analisado seus valores de variação de decúbito dorsal para sedestação e decúbito dorsal para ortostase. **CONCLUSÃO:** as variáveis hemodinâmicas e respiratórias se comportam de acordo com a resposta fisiológica durante o EG, sugerindo que esse procedimento é seguro no ambiente da terapia intensiva, mesmo se tratando de um pós-operatório de alta complexidade.

PALAVRAS-CHAVE: Cirurgia cardíaca. Estresse gravitacional. Mobilização precoce.

ABSTRACT | INTRODUCTION: after cardiac surgery, early mobilization seeks functional gain and better conditioning for the next phases of cardiac rehabilitation, with gravitational stress (GS) playing an important role in the return of these activities through the integrity of cardiovascular compensatory mechanisms. **OBJECTIVE:** to verify the behavior of circulatory and respiratory variables during (GS) in the postoperative period of cardiac surgery. **MATERIALS AND METHODS:** experimental cross-sectional analytical study, consisted of 83 clinically stable adults undergoing coronary artery bypass or valve surgery approach. Excluded those with difficulty understanding the activities performed, in addition to motor and / or neurological impairment that made it impossible to perform GS, an adapted form. Circulatory and respiratory data were collected in the 1st minute for each stage using the multi-parameter monitor Gemedical Systems®. **RESULTS:** the heart and respiratory rates showed an increase was statistically significant ($p \leq 0.01$) when analyzed their dorsal range of values for sedestation and supine to standing position. **CONCLUSION:** hemodynamic and respiratory variables behave in accordance with the physiological response during GS, suggesting that this procedure is safe within the intensive care setting, even if a treating postoperative high complexity.

KEYWORDS: Cardiac surgery. Gravitational stress. Early mobilization.

Submitted 09/09/2018, Accepted 10/31/2018, Published 11/08/2018
J Phys Res, Salvador, 2018 November;8(4):x-x
Doi: [10.17267/2238-2704rpf.v8i4.2101](https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v8i4.2101) | ISSN: 2238-2704
Responsible editor: Giuliano Gardenghi (Cardiovascular Physiotherapy)



Introduction

Cardiac surgeries are intended for patients with serious heart defects due to limit conditions, ie, functional impairment of the heart, or severe difficulties in performing activities of daily living¹⁻³.

There was a depression of autonomic cardiac modulation with a suppression of vagal regulation and increase of sympathetic cardiac activity during the six postoperative days, with a progressive return between 30 and 60 days after surgery⁴⁻⁶. The prolonged immobility after a cardiac surgery can lead to deleterious repercussions on the cardiovascular system. Individuals with ischemic heart disease who remain for long periods without being influenced by gravity tend to develop postural hypotension or syncope prior to ambulation⁷⁻⁹. Orthostatic intolerance in this period has been attributed to dysfunction of baroreceptor reflexes, which play a fundamental role in short-term cardiovascular control, promoting adaptation to orthostatic changes^{10,11}.

Hemodynamic parameters should be carefully monitored in the immediate postoperative period, because the immobility leads to a decrease in circulating blood volume, orthostatic hypotension and thromboembolic pathologies^{12,13}. Current studies report the importance of early mobilization in patients admitted to intensive care units (ITU). The start of mobilization should be between 12 and 24 hours after admission, but they emphasize that the exercises performed in the dorsal decubitus do not present an effective impact to our body, which is adapted for orthostatism^{11,13}.

The stimulus to gravitational stress (GS) underlying orthostatism is of extreme importance in hospitalized patients' rehabilitation process. This fact has already assured by the guideline of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine, which indicates GS as soon as possible, due to the benefits to patients in their systemic repercussions¹⁴.

GS promotes adjustments in the autonomic modulation of heart function (HF) as well as hemodynamic adaptations in these patients without any clinical complications or any sign and / or symptom of effort

intolerance^{15,16}. However, studies have reported that the execution of out-of-bed activities in patients 24 hours of postoperative should be monitored because of reduced myocardial function¹⁷.

GS can be very important in the hospital setting due to cardiovascular and respiratory response to functional stimuli. Besides, it guides phase I cardiac rehabilitation. Based on the physiological benefits of postural changes, this study aimed to verify the conduct of circulatory and respiratory variables during the gravitational stress in the postoperative period of cardiac surgery. This study was approved by the Ethics Committee on Research in Human Subjects through the number CAAE: 55241616.6.0000.5520.

Material and methods

This is an experimental, cross-sectional, and analytical study performed at the Cardiovascular Intensive Care Unit (UCV) of a philanthropic hospital in Salvador, Bahia, Brazil, which is a reference in Cardiology. The data collection was carried out in the period of May to December 2016, under the responsibility of a team of researchers previously trained for all stages of the study.

Individuals hospitalized at the Cardiovascular Unit (CVU) undergoing elective coronary artery bypass grafting (CABG) and valve approach, aged 18 years or older, of both sexes, with hemodynamic stability and without complaints of precordial pain, respiratory distress, or any other symptom which placed the participant at imminent risk during the execution of gravitational stress, were included in the study. Individuals, who presented difficulties in understanding the activities, altered level of consciousness and motor and / or neurological impairment, which impeded the performance of GS in the bed for the transfer of dorsal decubitus to sedestation and orthostasis, were excluded from the study.

Sociodemographic, clinical and surgical data were collected through an electronic medical record and transferred to the collection form of the research, which was elaborated specifically for this study. The data not found in the collection form were inquired to the individuals or their companions.

All patients performed physiotherapy, following the protocol of the Institution, which consists of performing respiratory exercises and active kinesiotherapy in upper and lower limbs outstanding, at a frequency of twice daily, during ten minutes each session. There was a progression of physical activity to perform transfers of dorsal decubitus for sedestation in bed with lower limbs outstanding, orthostasis and functional gait readjustment. The standard protocol for post-operative drugs involved the use of an antibiotic (cefuroxime), analgesia with morphine and dipyrrone, antiemetic (bromopride) and gastric mucosal protector (ranitidine). An antiplatelet agent was inserted seven hours after the surgery in the Intensive Care Unit (ICU); and the medications previously used by the patient are usually reinserted before leaving the ICU, such as beta-blockers. Vasoactive drugs and vasodilators were administered depending on the hemodynamic status of the patient.

Participants were instructed to perform the steps of gravitational stress in the second day postoperative, after removal of the mediastinal drain and medical release, following an adapted protocol¹² due to the height of the patients' bed heads that could not be in zero degree.

The data were collected with patient in dorsal decubitus and head elevation from 30 to 45 degrees, through multiparametric monitor (GEMEDICAL SYSTEMS - model B40), systolic arterial depression (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and heart rate (HR), as well as respiratory data of peripheral oxygen saturation (SpO₂). The respiratory rate (RR) was measured by directly counting by the researcher, in order to confront the value displayed on the monitor, to generate greater reliability in the data found. After this procedure, the individual was moved in bed from dorsal decubitus to sedestation with lower limbs outstanding, and the variables were recorded. After sitting for three minutes, the orthostasis was performed aside from the bed, with a new record of these data. HR and SpO₂ were monitored continuously, but the values of all the variables collected for analysis in the present study were related to the first minute after the patient assumed the new position.

The sample power of this study was obtained through the WinPepi calculator (publichealth.jpibpub.com/book/gerstman/winpepi.cfm). The Pairs command was selected with a sample number of 83 people, considering the variable heart rate, where the standard deviation was used in the first moment of measurement, 12.89 bpm (dorsal decubitus), and in the second measurement point, 14.69 bpm (sedestation), to detect a difference of 5.5bpm, with a correlation coefficient of 0.85, and a significance level of 5%, resulting in a power of 100%.

The Statistical Package for Social Sciences (SPSS), version 14.0 for Windows, was used for the elaboration of database, descriptive and inferential analysis. The normality of variables was verified through descriptive statistical analysis and Kolmogorov-Smirnov test. However, the descriptive analysis was prevalent. The time of extracorporeal circulation, mechanical ventilation and ICUs presented a non-normal distribution, being represented as the median and interquartile range, while the others presented as symmetrical, with significant mean and standard deviation. The paired T Student test was used for the analysis between the dorsal decubitus and the sedestation, and between the dorsal decubitus and orthostasis to compare the circulatory and respiratory variables. The level of significance was 5%.

Results

The population was composed of 108 individuals of the control group. Ten patients were excluded due to lack of data collection, eight did not stand before leaving the UCI; two presented somnolence and two left the study, resulting in a total of 83 participants. Table 1 presents the main clinical and demographic characteristics of this population. The mean age was 59 ± 13 years, where 59% underwent myocardial revascularization surgery, with a predominance of males (55.4%). Among the associated risk factors, the most present were hypertension (66.3%), and diabetes (30.1%).

Table 1. Clinical and surgical characteristics of 83 individuals in the postoperative period of cardiac surgery submitted to gravitational stress. Salvador, BA, 2018

Variable	Mean \pm SD
Age (years)	59.08 \pm 13.17
Body mass index (kg/m ²)	26.23 \pm 4.33
Ejection fraction (%)	62.26 \pm 12.87
	Median (IQ)
Extracorporeal circulation time (minutes)	95 (65 – 120)
Mechanical ventilation time (hours)	5.08 (3.33 – 9)
Length of stay in intensive care (days)	2 (2 – 3)
Gender	n (%)
Male	46 (55.4)
Female	37 (44.6)
Surgery	
Revascularization of myocardium	49 (59)
Valvar Surgery	34 (41)
Comorbidities	
Hypertension	55 (66.3)
Diabetes	25 (30.1)
Dyslipidemia	18 (21.7)
Tabagism	9 (10.8)
Congestive heart failure	8 (9.6)
Obesity	1 (1.2)

SD = standard deviation; IQ = interquartil interval.

The hemodynamic and respiratory variables remained within the normal range expected at the three moments in which they were evaluated (Table 2). The values of HR and RR presented an increase with statistical significance when analyzed their values of variation from dorsal decubitus to sedestation, and dorsal decubitus to orthostasis.

Table 2. Conduction of hemodynamic and respiratory variables during the gravitational stress of individuals in the postoperative period of cardiac surgery. Salvador, BA, 2018

Position	Dorsal Decubitus	Sedestation	p (1)	Orthostase	p (2)
Systolic blood pressure	127.5 \pm 19.9	126.5 \pm 22.8	(p=0.67)	131 \pm 26.8	(p=0.10)
Diastolic blood pressure	67 \pm 11	67.1 \pm 11.9	(p=0.87)	69.5 \pm 12.5	(p=0.05)
Meand blood pressure	89.4 \pm 13.8	89.8 \pm 13.9	(p=0.91)	92 \pm 15.9	(p=0.11)
Cardiac frequency	85.8 \pm 12.7	91.3 \pm 14.6	(p=0.00) [‡]	92.7 \pm 15.5	(p=0.00) [‡]
Respiratory frequency	18.3 \pm 4.7	20.3 \pm 4.4	(p=0.002) [‡]	19.9 \pm 5.1	(p=0.08) [‡]
Peripheral saturation of O ₂	94.8 \pm 2.5	94.7 \pm 2.6	(p=0.78)	94.9 \pm 2.6	(p=0.50)

O₂=Oxygen; T-student test for paired samples; p (1) = analysis between the moment of dorsal decubitus for orthostasis; p (2) = analysis between the moment of dorsal decubitus and sedestation. [‡] p < 0.01.

Discussion

The results showed that the gravitational stress in the postoperative period of cardiac surgery leads to changes in circulatory and respiratory variables, demonstrated by the increase in HR, which occurs in two moments: sedestation and orthostasis. This event is already certified in the literature^{8,10,12,18}. RF also responds with an increase at the same moments, but the conduct of this variable is not often expressed in previous scientific studies^{3,12,13}.

The HR proceeding demonstrates an adequate physiological response to gravitational stress at moments from dorsal decubitus (DD) to sedestation and posterior orthostasis. The cardiovascular system, when submitted to the gravitational challenge, reduces venous return and ventricular filling in response to changes in circulatory volume, which is exacerbated due to adjustments of the afferent and central regulatory mechanisms. The baroreflex mechanism activates the central components in the regulation of the cardiovascular system, causing an increase in the sympathetic tone of the heart and the peripheral vasculature, which elevates the HR. As a result, heart rate and peripheral vascular resistance enhance from 10% to 30% of baseline value¹⁹⁻²³.

RF presents a statistically significant increase in the values considering the sitting and orthostasis changes, starting from the dorsal decubitus, however, it does not represent an impact in the clinical of these individuals²⁴. The increase in RF is expected since there is an increase in oxygen consumption by metabolic expenditure, inherent to the proposed activity, which influences directly this marker^{18,20}.

The literature presents some scientific studies with similar clinical aspects of our study^{12,25-27}. A recent study with a population of prehypertensive patients shows the increase in HR in sedestation and orthostasis²⁷, which corroborates our findings regarding HR. Another study with post-revascularization elderly people presented similar findings, with an increase in HR from dorsal decubitus to sedestation¹³. Almeida and colleagues (2014)¹³ referred the increase in RF from dorsal decubitus

position to sedestation, but the values in this study exceeded the normality parameters, indicating reflex tachypnea, which is justified as a result of sedestation posture and exercises performed.

The changes of systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) to gravitational stress reflect a little variability, represented by reduction and maintenance of their values respectively, but without statistical significance, remaining within the prehypertension range, according to the 7th Brazilian Arterial Hypertension Guideline²⁸. The reflex response of blood pressure (BP) to gravitational stress is reduced due to reduced venous return. However, defense mechanisms to GS act by avoiding the fluctuation of BP to values below normal levels, with emphasis on the baroreceptor mechanism and peripheral pumping^{10,11,29}. The literature corroborates these findings^{12,13}, and highlights the possible positive response to physiotherapeutic treatment due to the reduced risk of postural hypotension. This procedure presents a great clinical value for this population since it maintains the active postural reflexes in the peripheral circulatory adjustment to postural changes imposed by GS²⁶.

The sample of this study was obtained by convenience and only from a one hospital unit. So, the postoperative conductions may differ from other centers with the same population conducted in our study. Furthermore, the medications used by the patients, as well as their dosages, were not taken into account in our analysis, which may interfere with the hemodynamic response to gravitational stress.

Conclusion

Despite the procedure submitted to these patients is of high complexity, the conduct of circulatory and respiratory variables during gravitational stress in this study presented an expected physiological response to these postural alterations, suggesting that this procedure is safe in this population.

Author contributions

Lordello GGG participated in the design of the study, data collection, search and statistical analysis of data, results' interpretation and article writing. Serra JMM participated in collection and interpretation of data, and article writing. Rosier GL participated in the design, data collection, and statistical analysis of the research data, interpretation of the results and article writing. Viana PADC and Correia LC participated in the design and delineation of the scientific article.

Conflicts of interest

There are no financial, legal or political conflict of interest involving the authors, the institutions affiliated and no other individual or institutions (government, non-government, business and/or private institutions), including but not limited to grants and funding, advisory board, study design, manuscript preparation, statistical analysis, or any other who participated in this study.

References

1. Lisboa LAF, Moreira LFP, Mejia OV, Dallan LAO, Pomerantzeff PMA, Costa R et al. Evolução da cirurgia cardiovascular no Instituto do Coração: análise de 71.305 operações. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94(2):174-81. doi: [10.1590/S0066-782X2010000200006](https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010000200006)
2. Dutra OP, Besser HW, Tridapalli H, Leiria TLL. II Diretriz Brasileira de Cardiopatia Grave. *Arq Bras Cardiol.* 2006;87(2):223-32. doi: [10.1590/S0066-782X2006001500024](https://doi.org/10.1590/S0066-782X2006001500024)
3. Vasconcelos Filho PO, Carmona MAJC, Auler Júnior JOC. Peculiaridades no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca no Paciente Idoso. *Rev Bras Anestesiologia.* 2004;54(5):707-27. doi: [10.1590/S0034-70942004000500014](https://doi.org/10.1590/S0034-70942004000500014)
4. Bauernschmitt R, Malderg H, Wessel N, Kopp B, Shirmbeck EU, Lange R. Impairment of cardiovascular autonomic control in patients early after cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;25(3):320-6. doi: [10.1016/j.ejcts.2003.12.019](https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2003.12.019)
5. Johansson M, Karlsson AK, Myredal A, Lidell E. Arterial baroreflex dysfunction after coronary artery bypass grafting. *Interac Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;8(4):426-30. doi: [10.1510/icvts.2008.198747](https://doi.org/10.1510/icvts.2008.198747)
6. Barbosa P, Santos FV, Neufeld PM, Bernardelli GF, Castro SS, Fonseca JHP, Cipriano Jr G. Efeitos da mobilização precoce na resposta cardiovascular e autonômica no pós-operatório de revascularização do miocárdio. *ConScientiae Saúde.* 2010;9(1):111-117.
7. Brower RG. Consequences of bed rest. *Crit Care Med.* 2009;37(10 Suppl):S422-8. doi: [10.1097/CCM.0b013e3181b6e30a](https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181b6e30a)
8. Watenpaugh DE, Breit GA, Buckley TM, Ballard RE, Murthy G, Hargens AR. Human cutaneous vascular responses to whole-body tilting, Gz centrifugation, and LBNP. *J Appl Physiol.* 2004;96(6):2153-60. doi: [10.1152/jappphysiol.00198.2003](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00198.2003)
9. Kuhmmer R, Lazzaretti RK, Zimerman LI. Artigo de revisão síncope vasovagal e suplementação de sal. *Rev HCPA.* 2008;28(2):110-115.
10. Netea RT, Smits P, Lenders JW, Thien T. Does it matter whether blood pressure measurements are taken with subjects sitting or supine? *J Hypertens.* 1998;16(3):263-8.
11. Elias Neto J. Contribuição dos grandes vasos arteriais na adaptação cardiovascular a ortostase. *Arq Bras Cardiol.* 2006;87(2):209-22. doi: [10.1590/S0066-782X2006001500023](https://doi.org/10.1590/S0066-782X2006001500023)
12. Dias CMCC, Maiato ACCA, Baqueiro KMM, Fiqueredo AMF, Rosa FW, Pitanga JO et al. Resposta circulatória à caminhada de 50 m na unidade coronariana, na síndrome coronariana aguda. *Arq Bras Cardiol.* 2009;92(2):135-42. doi: [10.1590/S0066-782X2009000200010](https://doi.org/10.1590/S0066-782X2009000200010)
13. Almeida KS, Novo AFMP, Carneiro SR, Araújo LNQ. Análise das Variáveis Hemodinâmicas em Idosos Revascularizados após Mobilização Precoce no Leito. *Rev Bras Cardiol.* 2014;27(3):165-171.
14. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness : recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2008;34(7):1188-99. doi: [10.1007/s00134-008-1026-7](https://doi.org/10.1007/s00134-008-1026-7)
15. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomized controlled trial. *Lancet.* 2009;373(9678):1874-82. doi: [10.1016/S0140-6736\(09\)60658-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60658-9)
16. Chagas AM, Alves YM, Alencar AMC. Reabilitação cardíaca fase I: uma revisão sistemática. *ASSOBRAFIR Ciência.* 2016;7(3):51-60.
17. Kirkeby-Garstad I, Stenseth R, Sellevold OFM. Postoperative myocardial dysfunction does not affect the physiological response to early mobilization after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49(9):1241-7. doi: [10.1111/j.1399-6576.2005.00854.x](https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2005.00854.x)
18. Sabinelli M, Maioral DC, Falcão ALE, Kosour C, Dragosavac D, Lima NMFV. Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012;24(1):64-70. doi: [10.1590/S0103-507X2012000100010](https://doi.org/10.1590/S0103-507X2012000100010)

19. Fosco LC, Pinge MCM. Papel da endotelina no estresse ortostático. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. 2008;29(2):155-162. doi: [10.5433/1679-0367.2008v29n2p155](https://doi.org/10.5433/1679-0367.2008v29n2p155)
20. Freeman R, Wieling W, Axelrod FB, Benditt DG, Benarroch E, Biaggioni I et al. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and the postural tachycardia syndrome. *Clin Aut Res*. 2011;21(2):69-72. doi: [10.1007/s10286-011-0119-5](https://doi.org/10.1007/s10286-011-0119-5)
21. Mosqueda-García R, Furlan R, Tank J, Fernandez-Violante R. The Elusive Pathophysiology of Neurally Mediated Syncope. *Circulation*. 2000;102(23):2898-906.
22. Toska K, Walløe L. Dynamic time course of hemodynamic responses after passive head-up tilt and tilt back to supine position. *J Appl Physiol*. 2002;92(4):1671-6. doi: [10.1152/jappphysiol.00465.2000](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00465.2000)
23. Santos DAA, Menezes LS, Silva TSS, Santos GN. O uso da prancha de ortostase em pacientes internados em unidade de terapia intensiva: revisão de literatura [Internet]. Disponível em: www.repositorio.bahiana.edu.br:8443/jspui/handle/bahiana/445
24. Teixeira CC, Boaventura RP, Souza ACS, Paranaguá TTB, Bezerra ALQ et al. Aferição de sinais vitais: um indicador do cuidado seguro vital. *Texto Contexto Enferm*. 2015;24(4):1071-8. doi: [10.1590/0104-0707201500003970014](https://doi.org/10.1590/0104-0707201500003970014)
25. Laranjo S, Oliveira MM, Tavares C, Gerales V, Santos S, Oliveira E et al. O treino de ortostatismo (tilt training) aumenta a reserva vasoconstritora em doentes com síncope reflexa neurocardiogénica. *Rev Port Cardiol*. 2012;31(7-8):469-476. doi: [10.1016/j.repc.2012.05.004](https://doi.org/10.1016/j.repc.2012.05.004)
26. Zutfin RS, Moreno MA, César MC, Martins LEB, Catai AM, Silva E. Avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca nas posturas supina e sentada de homens jovens sedentários. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(1):7-12. doi: [10.1590/S1413-35552008000100003](https://doi.org/10.1590/S1413-35552008000100003)
27. Avena KM. Perfil clínico e resposta circulatória ao estresse gravitacional ativo de indivíduos pré-hipertensos e sua comparabilidade com hipertensos e normotensos [doutorado]. Salvador: Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública; 2013.
28. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Revista da Sociedade Brasileira de Cardiologia*. 2016;107(supl 3).
29. Polito MD, Farinatti PTV. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Rev Port Ciências do Desporto*. 2003;3(1):79-91.