

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
NÍVEL MESTRADO

**EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA
OSCILANTE/VIBRATÓRIA EM PACIENTES NO PÓS-
OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO
CLÍNICO CONTROLADO RANDOMIZADO.**

JOÃO VYCTOR SILVA FORTES

São Luís – MA

2018

JOÃO VYCTOR SILVA FORTES

**EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA
OSCILANTE/VIBRATÓRIA EM PACIENTES NO PÓS-
OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO
CLÍNICO CONTROLADO RANDOMIZADO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. José Albuquerque de Figueiredo Neto
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Lago Borges

São Luís – MA

2018

Fortes, João Vyctor Silva.

Efeitos da utilização da plataforma oscilante/vibratória em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio clínico controlado randomizado / João Vyctor Silva Fortes. - 2018.

81 f.

Coorientador(a): Daniel Lago Borges Borges.

Orientador(a): José Albuquerque de Figueiredo Neto.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão, 2018.

1. Cirurgia cardíaca. 2. Fisioterapia. 3. Reabilitação. 4. Vibração de copo inteiro. I. Borges, Daniel Lago Borges. II. Figueiredo Neto, José Albuquerque de. III. Título.

JOÃO VYCTOR SILVA FORTES

EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA OSCILANTE/VIBRATÓRIA EM PACIENTES NO PÓS- OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO RANDOMIZADO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Albuquerque de Figueiredo Neto (Orientador)
Doutorado em Cardiologia - USP

Prof. Dr. Daniel Lago Borges (Coorientador)
Doutorado em Ciências Médicas - UERJ

Prof. Dr. Vinícius José da Silva Nina
Doutorado em Medicina - USP

Profa. Dra. Daniela Bassi
Doutorado em Fisioterapia - UFSCAR

Prof. Dr. Almir Vieira Dibai Filho
Doutorado em Reabilitação e Desempenho Funcional - USP

“A felicidade só é verdadeira quando compartilhada.”

Christopher McCandless (Alexander Supertramp)

Dedico à Deus por me dar forças para seguir adiante. Dedico aos meus pais por serem o meu alicerce na constante construção da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ser o grande alicerce em minha vida e principal responsável por minhas conquistas.

A minha família, em especial aos meus pais Concita Fortes e Valter Fortes por seu amor incondicional, sempre me apoiarem em tudo mesmo estando longe, vocês representam absolutamente tudo na minha vida.

A Elisa Amália e Elise Sousa minha segunda mãe e minha irmã de coração, respectivamente, por seu amor e por me acolherem tão bem. As minhas tias Hérica Araújo e Daniela Araújo por toda ajuda e apoio incondicional.

A minha namorada Zullma Fecks, por seu amor, pelo companheirismo, pela compreensão e pelo apoio em todos os momentos difíceis tanto no trabalho quanto na vida. Te amo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Albuquerque de Figueiredo Neto pela orientação no trabalho desenvolvido. Obrigado pela oportunidade, confiança e por acreditar na minha capacidade para tal responsabilidade.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Daniel Lago Borges, profissional no qual me espelho sempre, por suas orientações e ensinamentos fundamentais em minha formação profissional, por sempre me incentivar à pesquisa, agradeço principalmente pela amizade. Obrigado por acreditar no meu potencial.

Aos meus grandes amigos da UTI Cardio do HUUFMA, Mayara Gabrielle Borges, Rafaella Lima e Talik Fabrício dos Santos por toda ajuda no desenvolvimento desse trabalho. Obrigado Talik por todo o empenho e disponibilidade.

Aos meus amigos que contribuíram nesse jornada e também aos amigos do mestrado por toda parceria durante essa jornada.

À todas as equipes que compõe a UTI Cardiológica do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão, com agradecimento especial a equipe de Fisioterapia por toda ajuda.

Ao Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HUUFMA).

Programa de Pós Graduação em Ciência das Saúde da UFMA.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão pelo financiamento dessa pesquisa.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Cirurgia De Revascularização Do Miocárdio.....	18
2.1.2	Cirurgia Valvares.....	19
2.1.3	Complicações Associadas À Cirurgia Cardíaca.....	20
2.2	Pré-operatório.....	20
2.3	Intra-operatório.....	21
2.3.1	Anestesia Geral.....	21
2.3.2	Circulação Extracorpórea.....	21
2.3.3	Transfusão Sanguínea.....	23
2.3.4	Incisões Cirúrgicas.....	23
2.3.5	Drenos Torácicos.....	24
2.4	Pós-operatório.....	25
2.4.1	Função Pulmonar E Força Muscular Respiratória.....	26
2.4.2	Força Muscular Periférica.....	26
2.4.3	Capacidade Funcional.....	27
2.5	Reabilitação Cardiovascular Fase I.....	28
2.6	Vibração Mecânica.....	30
2.6.1	Conceito Histórico.....	30
2.6.2	Propriedades Físicas da Vibração Mecânica.....	31
2.6.3	Bases Neurofisiológicas da Vibração Mecânica.....	33
2.6.4	Plataformas Vibratórias.....	34
3	OBJETIVOS.....	37
3.1	Geral	37
3.2	Específicos.....	37
4	MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1	Tipo de estudo	37
4.2	Infraestrutura e local da pesquisa	37
4.3	Definição da amostra.....	37
4.4	Intervenções clínicas.....	38

4.5	Aspectos éticos.....	42
4.6	Análise e estatística.....	42
5	RESULTADOS	44
6	DISCUSSÃO.....	50
7	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	54
8	IMPLICAÇÕES CLÍNICAS.....	54
9	CONCLUSÃO.....	55
10	REFERÊNCIAS.....	56
	ANEXOS	67
	APÊNDICES.....	75

LISTA DE ABREVIACÕES

CCs	Cirurgias Cardíacas
CEC	Circulação Extracorpórea
CRF	Capacidade Residual Funcional
CVF	Capacidade Vital Forçada
DVA's	Drogas Vasoativas
EVA	Escala Visual Analógica de Dor
EVCI	Exercícios de Vibração de Corpo Inteiro
FC	Frequência Cardíaca
FMP	Força Muscular Periférica
FR	Frequência Respiratória
GC	Grupo Controle
GI	Grupo Intervenção
Hz	Hertz
MIF	Medida De Independência Funcional
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
Pemáx	Pressão Expiratória Máxima
PFE	Pico de Fluxo Expiratório
Pimáx	Pressão Inspiratória Máxima
PO	Pós-Operatório
PV	Plataforma Vibratória
RCV	Reabilitação Cardiovascular
RM	Revascularização do Miocárdio
SPO2	Saturação Periférica de Oxigênio
TUG	Time Up And Go Test
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VCI	Vibração De Corpo Inteiro
VEF1	Volume Expiratório Forçado em 1 segundo
VM	Ventilação Mecânica

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados clínicos e demográficos por grupo dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.....	45
Tabela 2	Dados cirúrgicos, duração da ventilação mecânica, internação na UTI e hospitalar, por grupo, dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.....	46
Tabela 3	Análise intra e intergrupos das médias dos valores de espirometria e manovacuometria de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.....	47
Tabela 4	Análise intra e intergrupos dos valores de Dinamometria, Medida da Independência Funcional (MIF) e Time Up and Go (TUG) de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Plataforma Vibratória Kikos.....	17
Figura 2	Circulação extracorpórea.....	22
Figura 3	Incisões utilizadas na cirurgia cardíaca (A)- Esternotomia Mediana; (B) Intercostal.....	24
Figura 4	Drenos mediastínico (à esquerda) e pleural (à direita)	24
Figura 5	Espirômetro (A) – Manovacuômetro digital (B).....	26
Figura 6	Dinamômetro Hidráulico de Mão	27
Figura 7	Timed Up and Go Test.....	28
Figura 8	Cadeira vibratória usada pelo Dr. John Harvey Kellogg.....	30
Figura 9	Formas de onda de vibração	32
Figura 10	Efeitos da vibração mecânica	33
Figura 11	Efeitos Fisiológicos da Vibração mecânica	34
Figura 12	Forma de Posicionamento sobre a plataforma	35
Figura 13	Pacientes em utilização da plataforma oscilante/vibratória durante o estudo.....	40
Figura 14	Progressão do número de séries e frequência relacionadas a cada sessão	41
Figura 15	Fluxograma dos participantes do estudo	44

RESUMO

Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca apresentam prejuízo nos parâmetros funcionais, incluindo função pulmonar, força muscular respiratória e periférica e capacidade funcional. Exercícios de vibração de corpo inteiro (EVCI) foram estudados em várias condições clínicas e demonstraram benefícios em sistemas músculo-esqueléticos e respiratórios. No entanto, os efeitos dos EVCI na reabilitação cardíaca, especialmente na fase I, permanecem desconhecidos. Investigar os efeitos da adição do EVCI quando associado a um protocolo de fisioterapia convencional sobre a capacidade funcional, força muscular respiratória e periférica e função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Trinta pacientes que foram submetidos a cirurgia cardíaca foram randomizados para grupo de vibração (EVCI, n = 15) ou grupo controle (Controle, n = 15). Ambos os grupos receberam o mesmo protocolo de fisioterapia durante a fase I da reabilitação cardíaca, após a alta da Unidade de Terapia Intensiva (exercícios para membros, caminhada e fisioterapia respiratória). O grupo de vibração recebeu adicionalmente duas sessões diárias de EVCI. Os pacientes foram posicionados em bipedestação e orientados a realizar um agachamento de 15° com as mãos apoiadas na plataforma. Inicialmente, realizaram três séries de 1 min (por 1 min de descanso) a 5 Hz e 8 mm de amplitude pico a pico, duas vezes ao dia. A cada dia, as sessões foram aumentadas em um conjunto e a frequência em 1 Hz, atingindo no máximo sete séries de 1 min e 9 Hz, no 7º dia de pós-operatório. Ambos os grupos foram avaliados no pré-operatório e no 7º dia de pós-operatório, por meio de: (i) função pulmonar, por espirometria; (ii) força muscular respiratória, por manovacuometria; (iii) força muscular periférica, pelo dinamômetro de preensão manual; (iv) capacidade funcional, pelo teste *Timed Up and Go* (TUG). Para as análises estatísticas foram aplicados os testes de Shapiro-Wilk, Mann-Whitney, d de cohen, t de Student, t de Student pareado e o teste exato Fisher. Resultados com $p < 0,05$ foram considerados significativos. O EVCI induziu a manutenção da capacidade vital forçada [71 (61; 79)% vs. 53 (51; 65)% $p = 0,12$] e pico de fluxo expiratório [232 (143; 374) L / min vs. 247 (180; 280) L / min, $p = 0,97$]; pressão inspiratória máxima (Pimáx) [- 70 (-62; -109) cmH₂O vs. -61 (-47; -79) cmH₂O, $p = 0,16$] e pressão expiratória máxima (Pemáx) [73 (54; 85) cmH₂O vs. 64 (57; 72) cmH₂O, $p = 0,15$]; força de preensão manual [mão dominante - 26 (24; 31) kgf vs. 24 (19; 33) kgf, $p = 0,18$; mão não-dominante [- 22 (19; 29) kgf vs. 21 (17; 26) kgf, $p = 0,27$]; e capacidade funcional [10 (9; 13) segundos vs. 12 (8; 13) segundos, $p = 0,31$]. O grupo controle apresentou piores valores dos desfechos avaliados conforme o esperado, considerando a disfunção relacionada aos procedimentos cirúrgicos cardíacos. A inclusão da plataforma oscilante/vibratória a um protocolo de fisioterapia após cirurgia cardíaca promoveu respostas fisiológicas que contribuem para a manutenção da função pulmonar, da força muscular respiratória e periférica e da capacidade funcional.

Palavras-chaves: Cirurgia cardíaca, vibração de corpo inteiro, fisioterapia, reabilitação.

ABSTRACT

Patients undergoing cardiac surgery present impairment in functional parameters, including pulmonary function, respiratory and peripheral muscle strength and functional capacity. Whole body vibration exercises (WBVE) have been studied in several clinical conditions and demonstrated benefits in musculoskeletal and respiratory systems. However, the effects of WBVE in cardiac rehabilitation, especially in phase I, remain unknown. To investigate the effects of the addition of WBVE when associated to a conventional physiotherapy protocol on functional capacity, respiratory and peripheral muscle strength and pulmonary function in patients that have undergone cardiac surgery. Thirty patients that have undergone cardiac surgery were randomized to vibration group (WBVE, n =15) or usual care group (Control, n =15). Both groups received the same physiotherapy protocol during phase I of cardiac rehabilitation, after Intensive Care Unit discharge (limbs exercises, walking, and chest physiotherapy). Vibration group received additionally two daily sessions of WBVE. The patients were positioned in a standing position and were instructed to perform a 15° squat with their hands resting on the platform. Initially, they performed three sets of 1 min (per 1 min rest) at 5 Hz and 8 mm peak-to-peak amplitude, twice a day. Each day, the sessions were improved by one set, and the frequency by 1 Hz, achieving at maximum seven sets of 1 min and 9 Hz, on the 7th postoperative day. Both groups were assessed preoperatively and on the 7th postoperative day, through: (i) pulmonary function, by spirometry; (ii) respiratory muscle strength, by manovacuometry; (iii) peripheral muscle strength, by hand grip dynamometer; (iv) functional capacity, by timed up and go test (TUG). For statistical analyses were applied Shapiro-Wilk, Mann-Whitney, Cohen's d, Student's t, Student's t paired and Fisher exact tests. Results with $p < 0.05$ were considered significant. WBVE induced the maintenance of vital forced capacity [71(61;79)% vs. 53 (51;65)% $p = 0.12$] and expiratory peak flow [232 (143;374) L/min vs. 247 (180;280) L/min, $p = 0.97$]; maximal inspiratory pressure [- 70 (-62;-109) cmH₂O vs. -61 (-47; -79) cmH₂O, $p = 0.16$] and maximal expiratory pressure [73 (54;85) cmH₂O vs. 64 (57;72) cmH₂O, $p = 0.15$]; handgrip strength [dominant hand – 26 (24;31) kgf vs. 24 (19;33) kgf, $p = 0.18$; no-dominant hand – 22 (19;29) kgf vs. 21 (17;26) kgf, $p = 0.27$]; and functional capacity [10 (9;13) seconds vs. 12 (8;13) seconds, $p = 0.31$]. Control group had worst values of assessed outcomes as expected, considering dysfunction related to cardiac surgical procedures. The inclusion of the oscillating/vibratory to a physical therapy protocol after cardiac surgery promotes physiologic responses that contribute to the maintenance of pulmonary function, respiratory and peripheral muscle strength and functional capacity.

Keywords: Cardiac surgery, whole-body vibration, physical therapy, rehabilitation.

1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares contribuem com um dos altos índices de morbimortalidade para o sistema de saúde, a cirurgia cardíaca surge como um importante procedimento para a resolução dessas doenças (FORTES et al., 2016). Mesmo com a modernização dos procedimentos, as cirurgias cardíacas são intervenções de grande porte que levam às alterações fisiológicas em todo o organismo, como redução da função pulmonar, perda de força muscular respiratória, perda de força muscular periférica e diminuição da capacidade funcional (CORDEIRO et al., 2016). Estas alterações têm como principais responsáveis: a circulação extracorpórea (CEC), anestesia, a incisão cirúrgica, ventilação mecânica, a imobilidade no leito e a dor (MORAIS et al., 2011).

A fisioterapia no processo de reabilitação cardiovascular (RCV) é parte fundamental nesse processo, pois a prescrição de exercícios físicos tem objetivos tanto profiláticos quanto terapêuticos, no entanto, o principal alvo da RCV no período pós-operatório é a redução dos efeitos deletérios do procedimento e do repouso prolongado no leito, que impactam diretamente na parte respiratória e a funcionalidade (ALVES et al., 2014; BORGES et al., 2018).

Afim de garantir uma boa recuperação dos pacientes, inovações tecnológicas nesse setor cada vez mais tem ganhado espaço, com o intuito de otimizar as abordagens, melhorar a adesão e a eficácia em pacientes cardíacos (BORGES et al., 2018). Os recursos vão desde cicloergômetros, Thresholds, jogos de realidade virtual utilizando o console Nintendo Wii® e aplicativos em *Smartphones* (CACAU et al, 2013; BORGES et al., 2016; BUYS et al., 2016 CORDEIRO et al., 2016).

A vibração mecânica é uma oscilação sinusoidal com alterações periódicas de força, aceleração e deslocamento ao longo do tempo. Essa vibração envolve ciclos de ondas sinusoidais de várias frequências e deslocamentos pico a pico transmitidas diretamente ao corpo (RAUCH et al., 2010), ocasionando a produção de exercícios de vibração no corpo inteiro (EVCI) (RITTWEGGER et al., 2010; COCHRANE et al., 2011). A vibração mecânica pode ser gerada por diversos dispositivos, destacando-se, com objetivo de terapia física, a plataforma oscilante/vibratória (RITTWEGGER et al, 2010) (Figura 1). Este

método está relacionado ao ganho de força e resistência muscular (BOESEL et al., 2016).

Tem sido sugerido que os benefícios musculares supostamente ocorrem por via neurogênica e envolveriam reflexos espinhais, vibração tônica reflexa e ativação muscular. As alterações causadas na musculatura por meio dos EVCI, podem levar a provável aumento na captação de oxigênio, sugerindo que a energia muscular gerada pelo EVCI, podem promover efeitos benéficos em índices cardiovasculares, como: pressão sanguínea, fluxo de sangue e frequência cardíaca (COCHRANE et al., 2011).

Além dos benefícios cardiovasculares, o treinamento por meio da vibração mecânica na plataforma oscilante/vibratória também pode ser utilizado em programas de reabilitação pulmonar. Salhi et al. (2015), mostraram que pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) submetidos a tratamento com EVCI, apresentaram aumento na capacidade de realizar exercícios, força muscular e qualidade de vida, assim como os pacientes que realizaram o programa de reabilitação pulmonar com treinamento de resistência convencional.

Diversos estudos recentes demonstraram efeitos benéficos da vibração mecânica em diferentes condições clínicas, como hemiplegia (LEE et al., 2016), lesão medular (MINEMATSU et al., 2015), paralisia cerebral (HUANG et al., 2017) e osteoporose (BUTEZLOFF et al., 2015). A viabilidade e segurança da vibração mecânica foi demonstrada por Boeselt et al., (2016) em pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e por Brunner et al., (2016) em pacientes submetidos ao transplante pulmonar. Entretanto, não foram encontrados dados sobre os efeitos do EVCI em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca durante a fase hospitalar.



Figura 1 – Plataforma Vibratória
Fonte: www.kikos.com.br

Diante disto, esta pesquisa propõe-se a comparar o uso de EVCI utilizando uma plataforma oscilante/vibratória associado ao protocolo fisioterapêutico convencional, em pacientes pós cirurgia cardíaca, se pode gerar efeitos benéficos na força muscular respiratória, função pulmonar, força muscular periférica, capacidade funcional e sensação de dor destes pacientes, quando comparados a um protocolo de fisioterapia convencional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A cirurgia cardíaca é um procedimento de alta complexidade, que exige atenção de uma equipe multiprofissional

As cirurgias cardíacas (CCs) mais comuns são a revascularização do miocárdio (RM) e as correções de doenças valvares, sendo estes dois procedimentos intervenções complexas que requerem o tratamento mais adequado possível em todas as fases operatórias (DORDETTO et al. 2016).

As principais cirurgias cardíacas estão descritas a seguir:

2.1 Cirurgia de Revascularização do Miocárdio (CRM)

No Brasil, em 2014 foram realizadas mais de 22.000 cirurgias de revascularização do Miocárdio. Ainda nos dias de hoje, a CRM é a principal modalidade terapêutica utilizada no tratamento das doenças arteriais coronarianas. (BORGES et al., 2016).

A CRM tem como o foco principal o tratamento das doenças arteriais das coronárias, em casos que não possuam outras alternativas terapêuticas (PIRES; BREDA, 2005). De maneira geral, a decisão pela abordagem cirúrgica é baseada na avaliação individual, por meio da análise do grau de angina, função ventricular, grau de isquemia e a anatomia coronária. Indivíduos com doença arterial de comprometimento multiarterial, com disfunção ventricular, obstrução de tronco de coronária esquerda ou grandes áreas de isquemia geralmente recebem essa indicação (CÉSAR; VIANA, 2014).

Os objetivos desse procedimento são basicamente proporcionar o alívio nos sintomas anginosos, proporcionando melhora da qualidade de vida, tal qual aumento da sobrevida (CÉSAR; VIANA, 2014).

Para a realização deste procedimento, um enxerto é implantado no coração realizando uma espécie de ponte (*bypass*), na tentativa de normalizar o fluxo sanguíneo. Estes enxertos podem ser venosos ou arteriais (TRAVIS et al., 2012). Os três tipos de enxertos mais utilizados são: veia safena, artérias mamária e radial.

2.1.2 Cirurgias Valvares

As doenças cardíacas valvares são importantes problemas de saúde pública, pois ao contrário do que ocorre nos países mais desenvolvidos, o principal causa das valvopatias em território brasileiro é a febre reumática, correspondendo cerca de 70% dos casos (TARASOUTCHI et al., 2011). A má-formação congênita, infecção bacteriana, calcificação e doenças isquêmicas são outras causas comuns (ZOCRATO; MACHADO, 2013). As valvopatias geralmente são controladas terapeuticamente, desde que os pacientes tenham um rigoroso acompanhamento clínico, até que seja indicada a cirurgia. Esta abordagem ainda é bastante empregada e quanto mais cedo realizada, minimiza a morbimortalidade, oferecendo a estes indivíduos um melhor prognóstico (VIDOTTO et al., 2014).

As cirurgias valvares podem ser divididas em duas formas: a plastia ou a troca da valva nativa. A plastia constitui na reconstrução da valva danificada, podendo abordar o anel da valva (anuloplastia) ou a reconstrução dos folhetos valvares, cordoalha tendínea ou músculo papilar (valvotomia). A troca valvar é um procedimento em que a valva nativa é removida e substituída por uma prótese artificial, que pode ser mecânica ou biológica (ZOCRATO; MACHADO, 2013).

As próteses biológicas são caracterizadas pelo bom desempenho hemodinâmico, ausência de ruído e baixa trombogenicidade, porém apresenta alguns tipos limitações como a durabilidade, associada principalmente à ruptura e calcificação, podendo necessitar até mesmo de reabordagem, o que aumenta o risco de complicações tanto no intra-operatório quanto no pós-operatório (RIBEIRO et al., 2013). Por sua vez, as próteses mecânicas apresentam maior durabilidade, no entanto, exigem o uso contínuo de anticoagulantes. As complicações mais frequentes são eventos tromboembólicos, trombose da prótese e hemorragias, devido ao uso de anticoagulantes (TARASOUTCHI et al., 2011; RIBEIRO et al., 2013).

A taxa de mortalidade hospitalar da cirurgia valvar varia de 1 a 15%, em sua maior parte devido à gravidade dos pacientes internados e ao nível de experiência da equipe cirúrgica (IUNG; VAHANIAN, 2011).

2.1.3 Complicações associadas à cirurgia cardíaca

Apesar dos avanços nos procedimentos cirúrgicos no Brasil, as complicações oriundas do pós-operatório são definidas como uma segunda doença que ocorre até 30 dias após cirurgia cardíaca e altera o quadro clínico do paciente. Cerca de 10% da população mundial é submetida a esse procedimento por ano, acarretando custo para saúde e aumento ainda mais quando surgem complicações pós intervenção cirúrgica (BECCARIA et al., 2015). Adiante serão relatadas as principais complicações pré, intra e pós-operatórias.

2.2 Pré-operatório

Alguns fatores de risco são associados às complicações no período pós-operatório. Pacientes com idade avançada apresentam maior risco de mortalidade quando submetidos à CRM (PIVATTO JÚNIOR et al., 2011). Ademais, se associada à disfunção pulmonar prévia, a incidência de complicações aumenta (CARVALHO et al., 2006). O tabagismo independente de ser longa data ou não, o seu uso acarreta maiores complicações cardiovasculares podendo levar há mortalidade em até 30 dias de pós-operatório de cirurgia cardíaca (SAKUMA et al., 2010).

Os pacientes obesos estão mais sujeitos a desenvolver complicações, pois apresentam diversos fatores que alteram a mecânica respiratória, resultando em diminuição dos volumes e capacidades pulmonares (LADOSKY et al., 2001). Por sua vez, a desnutrição também é considerada como um fator de risco modificável que aumenta o risco de complicações pulmonares pós-operatórias, devido a necessidade de maior tempo de internação, ficando mais exposto a infecções relacionadas ao ambiente hospitalar (SMETANA et al., 2006; SASSERON et al., 2010).

Pacientes que apresentam diabetes mellitus apresentam infecções mais frequentes e maior tempo de internação hospitalar (LEDUR et al., 2011). Outras condições como a hipertensão arterial sistêmica, a doença renal e as doenças

cerebrovasculares prévias também influenciam diretamente no desfecho clínico (OLIVEIRA et al., 2012).

2.3 Intra-operatório

2.3.1 Anestesia geral:

Fatores relacionados ao seu uso podem acarretar complicações, como inibição da clearance mucociliar e da liberação de surfactante, além de ocasionar alterações significantes no movimento diafragmático e reduzir a capacidade residual funcional (CRF) impactando diretamente na função pulmonar, favorecendo o aparecimento de atelectasias e hipoxemia (AULER Jr et al., 2007). Cada vez mais tem sido utilizado uma forma de anestesia mais rápida para facilitar o processo de extubação traqueal, em até 6 horas, assim, minimizando os efeitos deletérios ocasionado pela ventilação mecânica (ZOCRATO; MACHADO, 2013).

2.3.2 Circulação Extracorpórea

Bastante utilizada na grande maioria das cirurgias cardíacas, com o intuito de desviar o sangue do coração para permitir que o cirurgião incise suas paredes (ZOCRATO; MACHADO, 2013). Para sua realização é necessário um conjunto de máquinas, circuitos e técnicas que substituem temporariamente a função dos pulmões e coração. Durante seu uso, o fornecimento de oxigênio, a remoção de dióxido de carbono (CO_2) e o controle de temperatura são realizados mecanicamente (FITZSIMONS, 2016) (Figura 2).

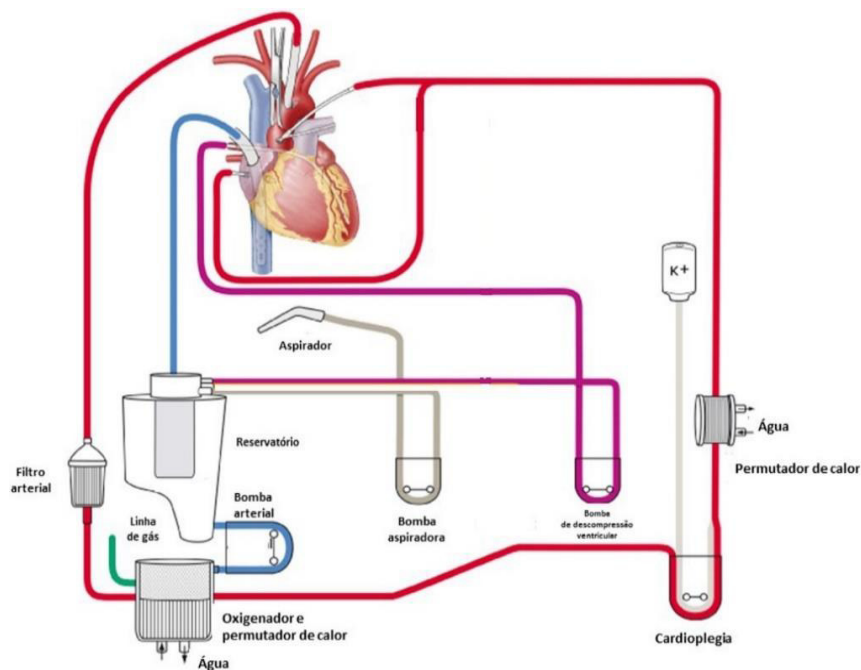


Figura 2 - Circulação extracorpórea.
 Fonte: Fitzsimons et al., 2016

O advento da CEC marcou a fase moderna da cirurgia cardíaca, entretanto, nos últimos anos têm-se procurado métodos capazes de reduzir as disfunções associadas ao seu uso, e em alguns casos são realizados procedimentos sem sua utilização (MOURA, 2001; MACHADO et al., 2011). Tal fato se deve que mesmo garantindo maior segurança para a equipe cirúrgica, a utilização da CEC proporciona diversos malefícios, principalmente por conta do sangue heparinizado que ao circular por superfícies não endoteliais origina uma cascata inflamatória (MOURA, 2001; ZOCCATO; MACHADO, 2013). Tais reações podem causar danos a diversos órgãos e sistemas, podendo variar desde uma simples febre até o óbito.

A gravidade das disfunções ocasionadas pela CEC está associada ao maior tempo de perfusão, além das características dos pacientes, como idade e presença de lesões mais complexas (MACHADO et al., 2011). As principais complicações são hemorragias, baixo débito cardíaco, arritmias, insuficiência respiratória e renal, alterações neurológicas, neuropsiquiátricas, distúrbios hidroeletrólíticos e renais (HUFFMER; GROVES, 2015).

2.3.3 Transfusão sanguínea

Sua aplicação é elevada variando de 20 a 90% durante a cirurgia cardíaca, tornando-se também uma preocupação (McGILL et al., 2002). Entre todos os procedimentos cirúrgicos, a cirurgia cardíaca é responsável pela maior utilização de hemoderivados.

A sua indicação deve ser realizada com cautela, pois muitas complicações são associadas ao seu uso, como: lesão pulmonar aguda relacionada à transfusão (TRALI), sobrecarga circulatória associada à transfusão (TACO) além de distúrbios imunológicos e inflamatórios (SALIS et al., 2008). Estão associadas com maiores taxas de mortalidade, maior incidência de eventos neurológicos, infecção, insuficiência renal, maior tempo de VM e de permanência na UCI e hospitalar, além de aumento dos custos (KOCH et al., 2010; HAJJAR et al., 2010).

2.3.4 Incisões Cirúrgicas

A esternotomia mediana (Figura 3A) é a incisão mais utilizada durante devido a boa exposição da região (PINHEIRO et al., 2000; BAUMGARTEN et al., 2000). No entanto, a sua utilização ocasiona instabilidade torácica superior e principalmente dor, além de necessitar de maior dissecação para a exposição, ocasionar sangramento medular e necessitar de fios esternais (BAUMGARTEN et al., 2000). Outra técnica também utilizada, com menor frequência é a intercostal (Figura 3B) que elimina essas complicações, além de gerar menos dor e menor prejuízo da função pulmonar, permitindo a mobilização precoce.

Devido as complicações associadas às vias de acesso convencionalmente utilizadas, tem sido mais frequentemente utilizado nas últimas décadas as abordagens minimamente invasivas. As incisões menores, como as hemiesternotomias superior ou inferior com transecção do esterno e as toracotomias laterais, têm sido associadas a melhor efeito estético e menor trauma cirúrgico, conseqüentemente com menor frequência de dor, complicações pós-operatórias e custos (MODI et al., 2008).

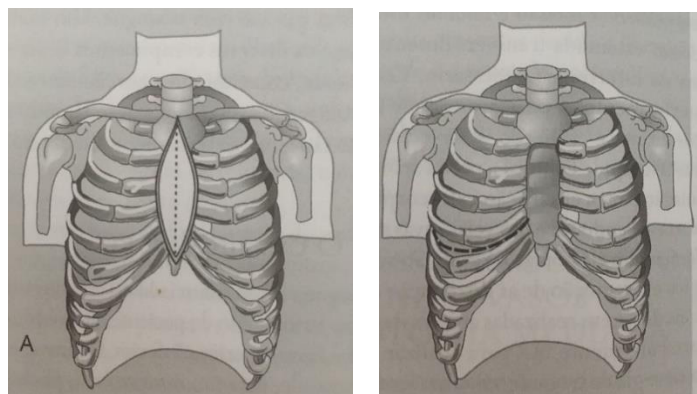


Figura 3 - Incisões utilizadas na cirurgia cardíaca **(A)**- Esternotomia Mediana **(B)**- Intercostal.
Fonte: Zocrato e Machado, 2013.

2.3.5 Drenos torácicos

A drenagem torácica é necessária durante a cirurgia cardíaca para coletar líquidos ou ar presente nas cavidades pericárdica (mediastino) e pleural após o procedimento cirúrgico (Figura 4) (VIEIRA et al., 2012).



Figura 4 - Drenos mediastínico (à esquerda) e pleural (à direita).
Fonte: Acervo de imagens do autor.

A posição do dreno pleural provocar dor e grande prejuízo da mecânica respiratória, gerando maior desconforto, podendo ocasionar algum grau de disfunção pulmonar (VIEIRA et al., 2012). Alguns estudos compararam a inserção do dreno pleural, sendo observado que quando na região subxifoide, ocasiona menor percepção subjetiva de dor e maior preservação da função pulmonar do que aqueles inseridos na região intercostal (VIEIRA et al., 2012; GUIZILINI et al., 2004). Além disso, outro fator que deve ser levado em

consideração está relacionado à quantidade de drenos utilizados. Ortiz et al. (2010) concluíram que quanto maior o número de drenos maior a probabilidade de desenvolvimento de complicações pulmonares.

É importante ressaltar que vários desses fatores destacados, como a manipulação cirúrgica, a CEC, anestesia, VM e o uso de drenos acarretam alteração função pulmonar. Esses fatores somados causam limitação no padrão respiratório, principalmente pela dor e edema de parede, ocasionando diminuição do volume residual (VR), da capacidade pulmonar total (CPT), da capacidade vital (CV) e da Capacidade Residual Funcional, favorecendo o aparecimento de atelectasias com alterações da relação ventilação-perfusão, da pressão parcial de oxigênio e de CO₂ (ROMANINI et al., 2007).

2.4 Pós-operatório

Inicialmente permanecerá em Ventilação Mecânica Invasiva (VMI), até que preencha os critérios para remover o suporte ventilatório: lucidez, sem ou com mínimo sangramento pelos drenos, estabilidade hemodinâmica, sem drogas vasoativas (DVA's) ou em doses baixas (GOLDWASSER et al., 2007).

A instabilidade hemodinâmica é outra complicação comum, principalmente no intra-operatório e pós-operatório imediato. Por esse motivo, é comum a administração de DVA's, com ou sem balão intra aórtico, fazendo com que o paciente necessite permanecer na UTI, aumentando o seu tempo de internação hospitalar (ALCADE et al., 2006; ALVES JUNIOR et al., 2008).

A restrição ao leito além de prejudicar o transporte de oxigênio para os pulmões e os tecidos; aumenta o risco de tromboembolismo pulmonar e trombose venosa profunda; e contribui substancialmente para a perda de massa, força muscular periférica e respiratória (SANTOS et al., 2016).

Antigamente, após a realização da cirurgia cardíaca era preconizado o repouso absoluto com o intuito de reduzir a sobrecarga cardíaca (ALLEN et al., 1999). Atualmente, a mobilização precoce tem sido enfatizada para aprimorar o transporte de oxigênio, reduzir as complicações respiratórias pós-operatórias e o período de estadia hospitalar (FREEMAN et al., 2013; SANTOS et al., 2016).

2.4.1 Função Pulmonar e Força muscular respiratória

Nos pacientes que foram submetidos a cirurgia cardíaca, devido a CEC, a incisão cirúrgica, a anestesia geral, inserção de drenos contribuem para a diminuição das capacidades pulmonares e redução da força muscular respiratória (MEDEIROS et al, 2016).

Métodos de avaliação como a espirometria e manovacuometria são procedimentos de relativamente de baixo custo aplicáveis tanto no pré-operatório, quanto no pós-operatório. A espirometria é um teste que auxilia na prevenção e permite o diagnóstico e a quantificação dos distúrbios ventilatórios (PEREIRA, 2002). Por sua vez, a manovacuometria é um método simples porém preciso na avaliação da força muscular respiratória, em pacientes saudáveis, em pacientes que apresentem alguma disfunção respiratória ou neurológica (ALMEIDA et al, 2011).

Tanto a espirometria quanto a manovacuometria (Figura 5) precisam da mínima colaboração do paciente, para que em cima de seus resultados, sejam traçadas as melhores condutas, para que o paciente retorne as suas condições respiratórias, como força e volumes pulmonares ideais o quanto antes.



Figura 5 – A. Espirômetro Microlab Cardinal Health; **B.** Manovacômetro MVD300, Globalmed.
Fonte: Google imagens

2.4.2 Força Muscular Periférica (FMP)

Os pacientes cardiopatas apresentam tendência a perda da capacidade funcional devido a diminuição da capacidade oxidativa do músculo esquelético e

redução da perfusão muscular. A cirurgia cardíaca associada a seus fatores complicadores, como o uso de sedativos, restrição ao leito, uso de DVA's e tempo de VM ocasiona disfunção ainda maior na FMP (SAVAGE et al., 2011).

A alteração na FMP dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca fisiologicamente está associada à perda de massa magra corporal, principalmente em membros superiores e inferiores (GHROUBI et al., 2007; VAN VENROOIJ et al., 2012). Além disso, a perda de massa muscular periférica também está associada a fraqueza muscular persistente, aumento do consumo de oxigênio pelo miocárdio, com consequente limitação da função cardíaca que limitará a capacidade de realização de exercícios (SOKRAN et al., 2015). Dessa forma, a fraqueza do músculo periférico é, por sua vez, associada à redução da força muscular e perda de função física (NORMAN et al., 2011).

Uma das formas de avaliar a FMP é por meio da força de preensão palmar com auxílio de um dinamômetro (Figura 6). Esta medida apesar de refletir diretamente na força da mão, é capaz de indicar a força muscular total do corpo (DIAS et al., 2010; SOKRAN et al., 2015).



Figura 6 – Dinamômetro de mão Saeham®.
Fonte: Acervo de imagens dos autor.

2.4.3 Capacidade Funcional

Indivíduos com qualquer tipo de cardiopatia apresentam algum grau de limitação funcional, decorrente da incapacidade física em realizar as atividades

de vida diária e/ou profissional, tais alterações comprometem a qualidade de vida dessa população (GARDENGHI, 2014).

A limitação funcional dessa população está associada a fatores centrais, como a insuficiência de bomba cardíaca, e por componentes periféricos, como a perda de massa muscular secundária a uma resposta inflamatória exacerbada (GARDENGHI, 2014).

A avaliação da capacidade funcional nesses pacientes é de fundamental importância para traçar metas e estratégias com o intuito de melhorar os desfechos. Por esse motivo, várias escalas relacionadas à capacidade de realização das atividades de vida diária são utilizadas para quantificar as alterações que refletem a capacidade funcional. Dentre as escalas mais utilizadas estão a MIF e o TUG que recentemente vem sendo utilizado em UTI, que consiste em o indivíduo sair da posição sentada, caminha 3 metros e retornar para posição sentada (Figura 7), no intuito de identificar problemas de força muscular, equilíbrio e coordenação (MARTINEZ; ALVES, 2017).

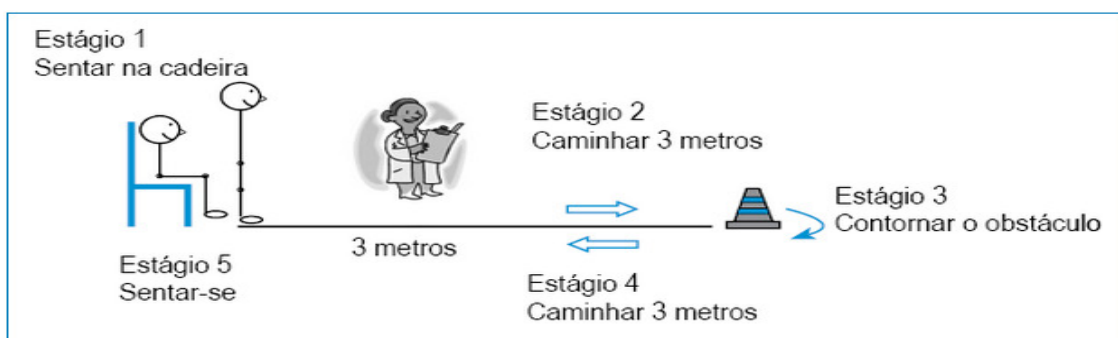


Figura 7 - Timed Up and Go Test (TUG).
Fonte: Wall et al. (2000).

2.5 Reabilitação Cardiovascular Fase I – Hospitalar

A reabilitação cardiovascular (RCV) foi definida pela organização mundial de saúde (OMS) como: “o conjunto de atividades necessárias para assegurar às pessoas com doenças cardiovasculares condição física, mental e social ótima, que lhe permita ocupar pelos seus próprios meios um lugar tão normal quanto seja possível na sociedade (DIRETRIZ SUL-AMERICANA DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR, 2014).”

A RCV inclui o treinamento físico e um amplo espectro de mudanças no comportamento médico, físico e psicossocial, sempre com o foco principal em diminuir a mortalidade e a morbidade. A partir da década de 1980, a reabilitação cardiovascular passou a ser considerada parte integrante da terapêutica cardiológica. Dentro dela o exercício físico, como procedimento fisioterapêutico, tem um papel de fundamental importância na RCV (ALVES et al., 2014).

A reabilitação cardiovascular é dividida didática e funcionalmente em três fases: Fase I, que compreende as atitudes tomadas durante o período compreendido desde o início do evento cardíaco até a alta hospitalar; Fase II, pós alta hospitalar com tempo de duração cerca de 2 ou 3 meses e Fase III, que se inicia após o 3º mês do evento cardiológico (ALVES et al., 2014).

A fase I tem como principal objetivo um programa de intervenção fisioterapêutica baseado na atividade física, que tem tanto objetivos profiláticos quanto terapêuticos, porém, o principal alvo nessa fase é a redução dos efeitos deletérios do repouso no leito. A permanência prolongada no leito pode culminar (PASCHOAL, 2010; ALVES et al., 2014):

- Diminuição da capacidade funcional;
- Redução da função pulmonar diminuição, devido à queda dos volumes pulmonares e da capacidade vital;
- Diminuição do volume de sangue circulante;
- Hipotensão postural;
- Diminuição do tônus muscular;
- Diminuição de força muscular periférica e respiratória.

A reabilitação cardiovascular, principalmente na fase I (hospitalar) o foco da fisioterapia é a prescrição de exercícios para evitar a inatividade, por isso cada vez mais vem sendo recomendada para os pacientes pós-cirurgia cardíaca, tanto na revascularização do miocárdio quanto cirurgias valvares, pois já demonstraram recuperação ou melhora da força muscular, capacidade pulmonar e redução das complicações pós-operatórias (MAIR et al., 2008; MACEDO et al., 2011).

A seguir está descrito sobre a vibração mecânica e a sua aplicabilidade como terapia física voltada para o processo de reabilitação.

2.6. Vibração Mecânica

2.6.1 Conceito Histórico

A aplicação terapêutica de vibrações é um fato bastante antigo, existem evidências da sua utilização desde os tempos antigos de gregos e romanos. Por exemplo, eram aplicados montando em cavalos ou burros, bem como em passeios em carruagens de duas rodas, Lucius Annaeus Seneca, descreveu o passeio como benéfico para preservar a saúde (KAEDING, 2016).

Em meados do séculos XIX, médicos começaram a trabalhar com máquinas que produziam movimentos circulares e verticais para tratar doenças, ainda neste mesmo período, o Dr. John Harvey Kellogg utilizava cadeira vibratórias (Figura 8) e outros sistemas geradores de vibração no intuito de tratar doenças como dores de cabeça e lombares (PAIVA et al., 2014).



Figura 8 - Cadeira vibratória usada pelo Dr. John Harvey Kellogg.
Fonte: Paiva, Cabezuelo, Filho-Bernardo, 2014.

Posteriormente, na década de 1960 na ex-União Soviética o cientista russo Dr. Vladimir Nazarov, testou a aplicabilidade terapêutica da vibração mecânica com o objetivo de combater a perda óssea e de massa muscular

gerada pela hipogravidade em astronautas que permaneciam durante algum tempo no espaço (LORA et al., 2010).

Aqueles astronautas soviéticos que utilizavam a vibração mecânica nos membros, por um período de 10 minutos por dia, apresentavam maior tempo permanência no espaço, cerca de 3,5 vezes mais de tempo, podendo chegar a 420 dias, enquanto os astronautas americanos permaneciam no máximo 120 dias e ao retornarem à Terra apresentavam graves problemas musculares e ósseos. Consequentemente, gerou menor custo para o programa espacial soviético e serviu como estímulo para novas pesquisas sobre o sistema vibracional (LORA et al., 2010).

Em decorrência dos seus achados benéficos com os astronautas, os pesquisadores soviéticos liderados por Nazarov, introduziram a terapia para atletas de competição, para o ballet e para própria medicina (PAIVA et al., 2014). Atualmente, a vibração mecânica é bastante utilizada em diversos tipos de esportes competitivos, tanto individuais quanto coletivo, como por exemplo o golf e o basquete (KAEDING, 2016).

2.6.2 Propriedades Físicas da Vibração mecânica

A vibração é uma oscilação mecânica ou uma alteração periódica de aceleração, força, e deslocamento ao longo do tempo. Normalmente, é provocada por uma oscilação forçada, onde a energia é transferida de um atuador ou dispositivo/equipamento de vibração para um ressonador, ou seja, o corpo humano e suas demais partes (RITTWEGGER, 2010). As formas de ondas mais comuns são as periódicas (sinusoidal, multissinusoidal), não periódicas (transitória e choque) (Figura 9) ou aleatórias (estacionária aleatória ou não estacionária aleatória). Nas vibrações periódicas, a oscilação é gerada por períodos fixos, nas vibrações não periódicas, aparecem em forma de impulso e por fim, nas vibrações aleatórias, a oscilação é imprevisível (CARDINALE; WAKELING, 2014). A maioria dos dispositivos geram ondas do tipo sinusoidal, pois esse tipo apresentam oscilações e intervalos de tempos de idênticos (PAIVA et al., 2014; BIDONDE et al., 2017)

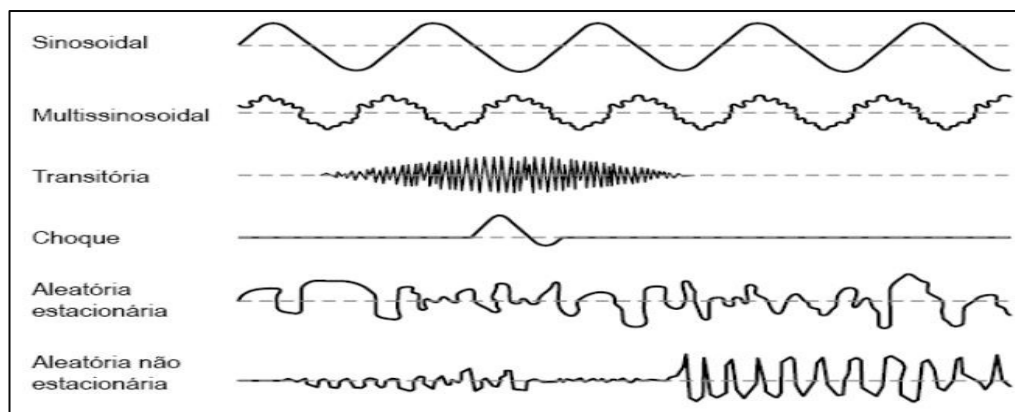


Figura 9 - Formas de onda de vibração
Fonte: Batista et al., 2007

As 3 principais variáveis biomecânicas que determinam a intensidade de um estímulo vibratório são a frequência, a amplitude e a aceleração. Outra variável importante, é a duração do estímulo que vai determinar o tempo de exposição ao estímulo mecânico vibratório (COCHRANE et al., 2010).

A frequência da vibração é mensurada em Hertz (Hz) e representa o número de oscilações por segundo em torno do centro de gravidade do aparelho (CARDINALE et al., 2005). A amplitude verifica quantos milímetros acima ou abaixo do centro de gravidade a vibração acontecerá. A magnitude é indicada pela aceleração a que o corpo será submetido, e é expressa em termos de aceleração pico a pico.

As vibrações fornecem magnitudes supra gravidade ou supra-G, uma vez que sempre serão superiores a 9,81 metros/segundo, sendo função da frequência e amplitude juntas (KIISKI et al., 2008). A aceleração a que o corpo será submetido pode ser calculada pela fórmula $a = (2f)^2 \cdot d$; onde, f representa a frequência das oscilações e d do seu deslocamento (GRIFFIN, 2004). A dose é representada pelo tempo à que o indivíduo se submete ao estímulo. Estas variáveis em conjunto, irão estimular os receptores musculares de forma a gerar uma adaptação no sistema neuromotor (Figura 10).

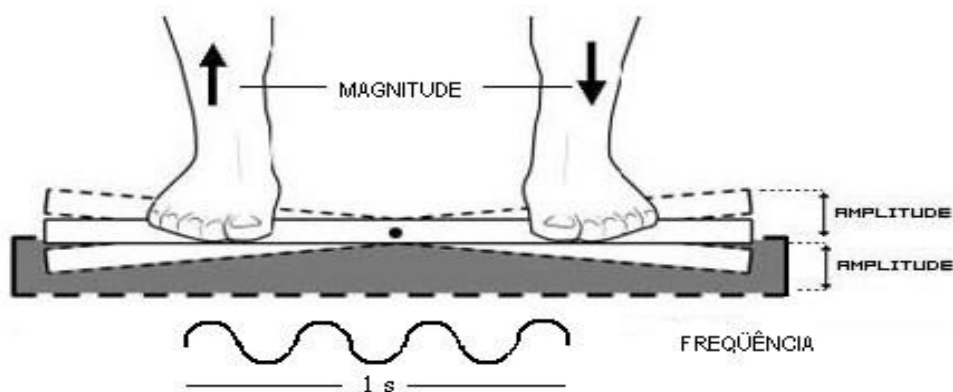


Figura 10 - Efeitos da vibração mecânica
Fonte: Cochrane., 2003

2.6.3 Bases neurofisiológicas da vibração mecânica

A vibração é o principal agente estressor no processo de estimulação neuromuscular na terapia com EVCI, portanto a vibração é a responsável pelas adaptações neurais e morfológicas que ocorrem nos tecidos e sistemas do organismo. (VASCONCELOS, 2013)

Devido a vibração sinusoidal em diversas frequências e amplitudes são transmitidas diretamente para o corpo todo, estimulando assim os fusos musculares. Sugere-se que essa exposição à vibração produz um reflexo vibratório tônico influenciado pelos reflexos medulares, devido a isto, consequentemente, causaria melhora no desempenho muscular (COCHRANE et al., 2011).

O estímulo vibratório ao atingir os mecanorreceptores, gera um aumento dos potenciais motores, ativando os centros superiores e os motoneurônios (γ). Neste caso, a vibração estimularia a parte central do fuso muscular. Na parte do músculo, a vibração causa modificações rápidas e longitudinais nas fibras musculares, sendo estas, uma tentativa de se reorganizar diante do estímulo vibratório (COCHRANE et al., 2011).

Estas modificações geradas, seriam então percebidas pelos fusos musculares, que aumentariam sua taxa de disparo, ativando os potenciais motores, que por sua vez, ativariam os motoneurônios α , sendo esta a resposta desse mecanismo, ou seja, o reflexo miotático, como é representado pela figura 11 (PLENTZ; SISTO, 2018).

Já se o estímulo for percebido pelo órgão tendinoso de Golgi (OTG) ocorreria uma inibição dos potenciais motores pelos motoneurônios α , inibindo a contração muscular. Além disso, pesquisadores sugerem que o estímulo vibratório também possa ser percebido pela pele, articulações e terminações nervosas secundárias (PLENTZ; SISTO, 2018)

Podemos dizer portanto, que durante a terapia com vibração mecânica os músculos serão expostos a um período de alongamento (fase do estiramento), seguido por um período de encurtamento (fase de encurtamento). Bidonde et al 2017, relataram que alguns estudos já demonstraram que a terapia com VCI gera efeitos imediatos na atividade eletromiográfica (EMG).

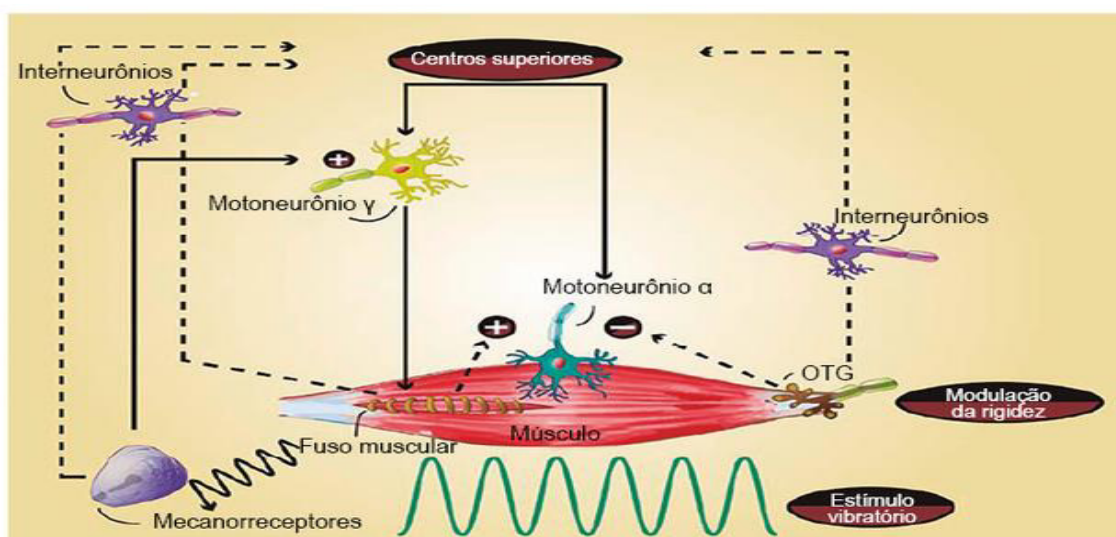


Figura 11 - Efeitos Fisiológicos da Vibração mecânica
Fonte: Plentz e Sisto., 2018.

Os benefícios terapêuticos da exposição à vibração mecânica estão relacionados à melhora da qualidade óssea, da função neuromuscular e do equilíbrio, podendo ser utilizada em qualquer idade (BACHA et al., 2016).

2.6.4 Plataformas Vibratórias

As plataformas vibratórias (PVs) são instrumentos que se caracterizam por produzir estas ondas sinusoidais em todo o corpo, os também chamados exercícios de vibração de corpo inteiro (EVCI) ou Vibração de corpo inteiro (VCI), no entanto, elas não devem ser confundidas com os exercícios passivos nem com os eletroestimuladores, uma vez que os princípios em que se baseiam e a tecnologia utilizada são completamente distintos (JORDAN et al., 2005). Outro

fator, é que esse estímulo produzido somente poderá promover um fenômeno biológico quando o indivíduo está em contato direto com a plataforma vibratória (PAIVA et al., 2014).

As plataformas por serem aparelhos que produzem as ondas sinusoidais, são possíveis quantificar a intensidade da vibração produzida por elas, sendo esta função da amplitude e da frequência com que os deslocamentos ocorrem (KIISKI et al., 2008). Existem diversas formas de posicionamento para a realização do treinamento utilizando a PV, sendo mais comum o indivíduo posicionado em ortostase com os dois pés paralelos em cada lado do eixo de rotação, realizando flexão de ambos os joelhos (Figura 12), gerando estímulos manipuláveis como, direção, frequência, amplitude e velocidade. Esse posicionamento é uma espécie de agachamento dinâmico, que implica em maior demanda cardiopulmonar.



Figura 12 - Forma de posicionamento na plataforma vibratória
Fonte: Plentz e Sisto., 2018.

O posicionamento adequado vai atender a diversas finalidades, dependendo do público-alvo e do tipo de doença (MATHIEU et al., 2006). O direcionamento para um tratamento específico é realizado por meio da manipulação das variáveis como, a frequência e a amplitude da vibração do dispositivo, além do tempo de exposição ao estímulo vibratório (CARDINALE; WALKELING, 2005).

Cada vez mais as plataformas vem ganhando espaço como forma de terapia física principalmente para reabilitação de doenças como DPOC, pós AVC, Fibrose cística, doentes renais crônicos dialíticos, dentre outras. (ROTH et al., 2008; VASCONCELLOS et al., 2014; SALHI et al., 2015; LEE et al., 2017; SEEFRIED et al., 2017). As evidências mostram que sua aplicação de maneira

isolada já melhora composição corporal, força muscular, força muscular respiratória e a saúde cardiovascular (PLEGUEZUELOS et al., 2013; PARK et al., 2015).

Diante dos fatos arrolados, há poucos indícios na literatura que avaliaram o uso da vibração mecânica através da utilização da plataforma oscilante/vibratória, as repercussões respiratórias e na força muscular em pacientes que necessitaram estar durante algum tempo em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Outro fato, é que até o momento não há nenhum relato que se tenha conhecimento, do EVCI como forma de tratamento associado há um protocolo fisioterapêutico convencional em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca, podendo este estudo ser o pioneiro nessa área.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Investigar os efeitos da adição do EVCI gerado em plataforma oscilante/vibratória ao protocolo de fisioterapia convencional em pacientes adultos submetidos à cirurgia cardíaca.

3.2 Específicos

- Verificar se o EVCI influencia na força muscular respiratória e na função pulmonar de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.
- Observar os efeitos do EVCI na força muscular periférica.
- Analisar os efeitos do EVCI na capacidade funcional destes pacientes.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Ensaio clínico controlado randomizado.

4.2 Infraestrutura e local da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida no Serviço de Cirurgia Cardíaca do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão, Unidade Presidente Dutra (HUPD), em São Luís – MA. Trata-se de um hospital referência estadual em Alta Complexidade Cardiovascular tanto pediátrico quanto adulto, cujo o perfil de sua clientela é composta exclusivamente por usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) e presta assistência a pacientes procedentes de outros serviços da capital e das cidades do interior do Estado do Maranhão.

4.3 Composição da amostra

A população do estudo foi constituída por 30 pacientes adultos (≥ 18 anos) de ambos os gêneros masculino e feminino, submetidos à cirurgia cardíaca eletiva no período de fevereiro de 2018 a julho de 2018.

Foram incluídos todos os pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva no período proposto, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apêndice).

Foram considerados como critérios de não-inclusão:

- Pacientes que foram submetidos a cirurgia cardíaca congênita;
- Pacientes com doença pulmonar ou neurológica pré-existente;
- Pacientes com limitação de mobilidade em membros superiores e/ou inferiores que interferissem nos métodos de avaliação.

Foram excluídos do estudo aqueles pacientes que evoluíram a óbito no período peri-operatório ou que evoluíram com complicações pulmonares ou neurológicas que impedissem as avaliações.

4.4 Intervenções clínicas

Inicialmente, no período pré-operatório, os pacientes receberam informações e explicações sobre a pesquisa, aos que aceitaram participar e que atenderam critérios de inclusão, assinaram o TCLE. Logo em seguida foi realizada avaliação, que constou dos seguintes itens:

a) Identificação: dados demográficos (nome, sexo, procedência, ocupação), dados antropométricos: (peso, altura e Índice de Massa Corporal [IMC] e índice cintura-quadril [ICQ]), diagnóstico clínico e antecedentes pessoais (APÊNDIC A);

b) InsCor: escore de risco criado e validado no Brasil, utilizado para predição de mortalidade nos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, com análise de variáveis conforme definido por Mejía et al. (2013);

Variáveis	Pontos
Idade (> 70 anos)	3
Sexo (feminino)	2
Cirurgias associadas (RM + Valvar)	2
Infarto recente (< 90 dias)	2
Reoperação	3
Tratamento cirúrgico da valva aórtica	2
Tratamento cirúrgico da valva tricúspide	3
Creatinina (> 2mg /dl)	5
Fração de ejeção < 30%	3
Eventos*	5

*Inclui eventos ocorridos recentes ocorridos antes da cirurgia como: Uso de balão intra-aórtico, choque cardiogênico, taquicardia ou fibrilação ventricular, intubação orotraqueal, insuficiência renal aguda, uso de drogas inotrópicas e massagem cardíaca.

c) Manovacuometria: foi utilizado manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, Porto Alegre, Brasil) para medidas da força muscular respiratória, por meio das pressões inspiratória e expiratória máximas (PI_{máx} e PE_{máx}), conforme as recomendações para avaliação dos músculos respiratórios da *American Thoracic Society/European Respiratory Society* (ATS/ERS, 2002);

d) Espirometria: foi utilizado o espirômetro (Microlab Cardinal Health, Dublin – Ohio, Estados Unidos) para medidas de função pulmonar – capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), coeficiente expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1/CVF%) e pico de fluxo expiratório (PFE). Esta avaliação também seguiu os critérios estabelecidos pelas recomendações de teste de função pulmonar da *American Thoracic Society/European Respiratory Society* (ATS/ERS, 2005);

e) Dinamometria: foi utilizado o dinamômetro hidráulico de Mão (Saeham®, modelo SH5001, Masan, Coréia do Sul). A avaliação das medidas força muscular periférica em membros superiores, foram realizada conforme as recomendações da *American Society of Hands Theraphists* (ASHT), descritas por Dias et al. (2010);

f) *Time Up and Go* (TUG): foi utilizado para avaliação da capacidade funcional e caracteriza-se por um conjunto de ações rotineiras e fundamentais para a mobilidade independente. O desempenho do teste é afetado pelo tempo de reação, força muscular em membros inferiores (MMII), equilíbrio e habilidade para marcha. A execução teste consistiu na avaliação do tempo necessário para

o indivíduo levantar-se de uma cadeira, andar três metros e retornar para posição sentada na mesma cadeira, assim descrito por Podsiadlo et al. (1991);

Os dados foram obtidos e registrados em um instrumento específico elaborado para o estudo. Durante o período de internação na UTI, os pacientes de ambos os grupos receberam o mesmo protocolo de atendimento fisioterapêutico convencional (CARVALHO et al., 2013).

Os pacientes que receberam alta médica da UTI, foram randomizados por meio de sorteio simples, em dois grupos: Controle, que recebeu atendimento fisioterapêutico convencional, duas vezes ao dia até o 7º dia de PO; o grupo Intervenção, além do atendimento convencional foi submetido à vibração mecânica.

Os pacientes do grupo intervenção foram encaminhados, por meio de cadeira de rodas, até a sala onde estava alocada a plataforma oscilante/vibratória (Kikos P204I, São Paulo, Brasil). Foi utilizado protocolo adaptado de Sá-Caputo et al. (2014). Os pacientes foram posicionados em bipedestação e logo após eram orientados a realizarem um agachamento de 15º com as mãos apoiadas na plataforma.



Figura 13 - Pacientes utilizando a plataforma oscilante/vibratória durante o estudo.
Fonte: Arquivo de imagens autor.

Inicialmente, realizaram três séries de 1 min (por 1 min de descanso) a 5 Hz e 8 mm de amplitude pico a pico, duas vezes ao dia. Com o passar das sessões eram aumentadas em conjunto a frequência e o número de séries,

assim, a frequência aumentou em 1 Hz a cada duas sessões, bem como o número de séries, atingindo ao final da intervenção (7º dia de pós-operatório) o valor de 7 séries com 9 Hz como exemplificado na figura 14. Esses aumentos graduais foram realizados com o objetivando evitar a acomodação corporal e fisiológica do paciente, quanto a dosagem do EVCI. Ambos os grupos foram avaliados no pré-operatório e no 7º dia de pós-operatório (SÁ-CAPUTO et al., 2014). Foram realizadas novas mensurações em ambos os grupos de função pulmonar, força muscular respiratória e periférica, capacidade funcional, sensação de dispnéia e dor após a realização de 10 sessões ou ao atingir o 7º dia de PO, quando os dados obtidos foram comparados.

Sessões	Séries / frequência
1ª e 2ª	3 séries / 5 Hz
3ª e 4ª	4 séries / 6 Hz
5ª e 6ª	5 séries / 7Hz
7ª e 8ª	6 séries / 8 Hz
9ª e 10ª	7 séries / 9 Hz

Figura 14 - Progressão do número de séries e frequência relacionadas a cada sessão

O protocolo de atendimento fisioterapêutico convencional para ambos os grupos foi conduzido conforme preconizado por Mendes e Borghi-Silva (2006):

- Orientações: postura, inspiração profunda, proteção do tórax, estímulo ao retorno das atividades funcionais, incentivo à tosse;
- Técnicas de reexpansão pulmonar:
- Padrão diafragmático (3 x 10);
- Exercícios respiratórios em tempos (1:1; 2:1) (1 x 10 cada);
- Exercícios ativo-livres de extremidades e ativo-assistidos ou ativo-livres (dependendo da condição do paciente) de cotovelos, ombros, quadris e joelhos;
- Oxigenoterapia, quando necessário;

Antes, após os atendimentos e 5 minutos após os atendimentos, foram mensuradas as seguintes variáveis: a pressão arterial por meio de esfigmomanômetro digital (G-Tech RW450, Rossmax International, Taipei, Taiwan). A saturação periférica de oxigênio e frequência cardíaca, utilizando o oxímetro de dedo digital (SB100, Rossmax International, Taipei, Taiwan).

Foram considerados como eventos adversos relacionados à utilização da plataforma vibratória, seguintes itens (SCHWEICKERT et al., 2009; SILVA et al., 2013; CORDEIRO et al., 2014).

- Pressão arterial sistólica durante ou após o atendimento: < 90 mmHg ou > 200 mmHg;
- Frequência cardíaca (FC) > 120 bpm ou aumento da FC em 20 bpm;
- Queda da saturação periférica de oxigênio abaixo de 85%;
- Angina, síncope ou câimbras nas pernas.

Não houve nenhum efeito adverso relacionado a utilização da plataforma oscilante/vibratória durante o seguimento do estudo.

4.5 Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (Parecer Consubstanciado nº 1.554.207) conforme preconiza a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Também foi submetido e aprovado junto ao Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob número RBR-3TGSQP.

4.6 Análise e estatística:

Os dados coletados foram analisados no SPSS (v18.0; IBM Corporation, Armonk, NY, USA). O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para avaliar a normalidade dos grupos. As variáveis quantitativas estão expressas como média e desvio padrão e as variáveis categóricas como valores absolutos e

relativos. Para comparação entre os grupos, utilizou-se os testes Exato de Fisher, Mann-Whitney e t de Student. As variáveis de desfecho foram analisadas utilizando-se o teste t de Student pareado. A magnitude dos resultados foi determinada pelo cálculo do tamanho do efeito (*effect size*) d de Cohen (1992), considerando-se efeito pequeno quando $d = 0,2-0,49$; efeito moderado quando $d = 0,5-0,79$ e efeito grande quando $d \geq 0,8$. Os resultados foram considerados estatisticamente significantes quando $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

Foram incluídos no estudo 30 pacientes, alocados em dois grupos: Grupo controle (GC) e grupo intervenção (GI), como mostra a Figura 14.

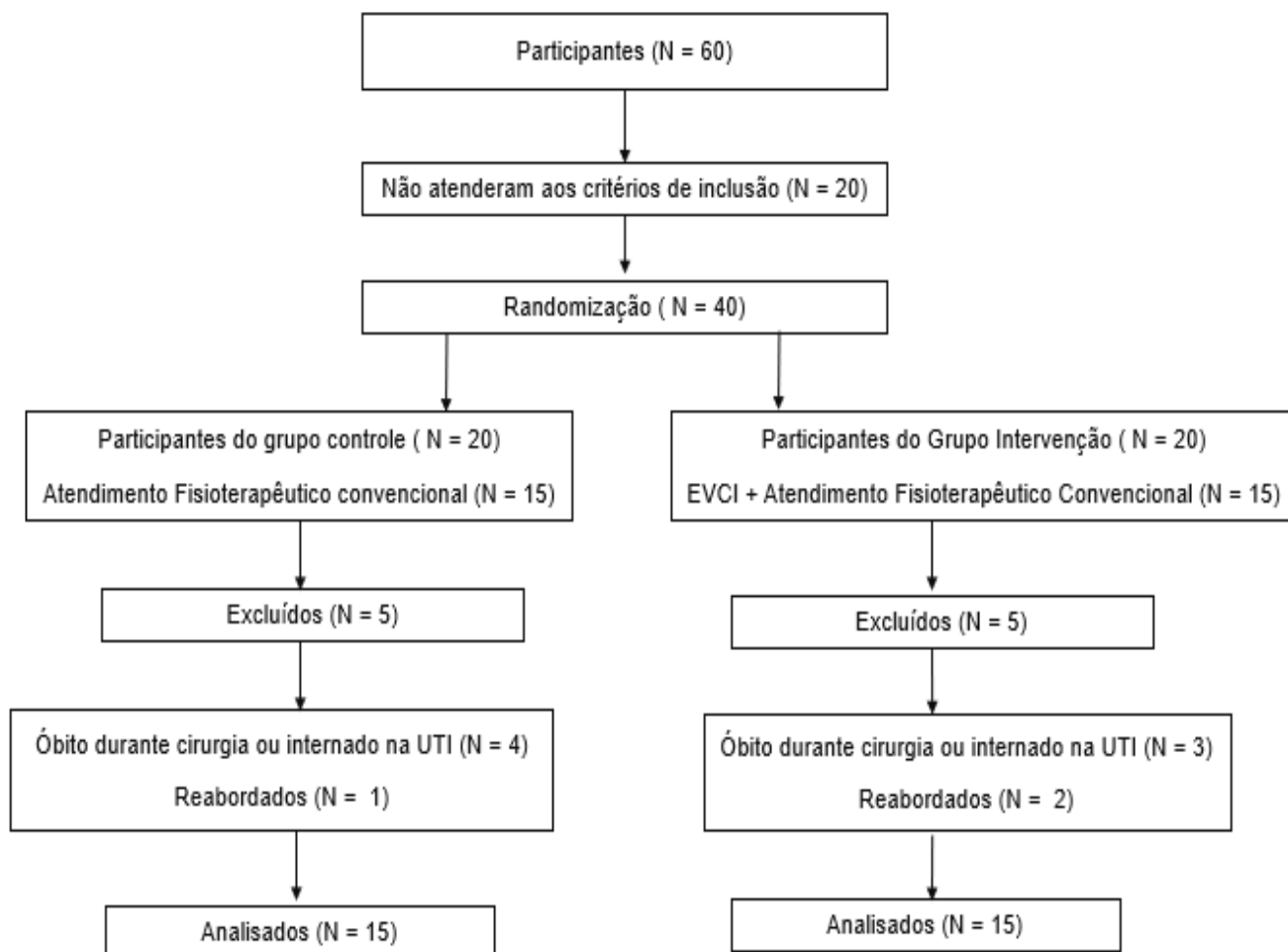


Figura 15 - Fluxograma dos participantes em cada fase do estudo (Consort, 2010).

As variáveis demográficas e clínicas dos pacientes estão expressas na Tabela 1. Pode-se observar que nenhuma das variáveis analisadas apresentou diferença estatisticamente significativa, mostrando assim, a homogeneidade da amostra.

Tabela 1. Dados clínicos e demográficos por grupo dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Variáveis	Intervenção (n = 15)	Controle (n = 15)	p
Gênero			0,71 ^a
Masculino	8 (54,5)	6 (40)	
Feminino	7 (46,5)	9 (60)	
Idade (anos)	52,5 ± 17,9	58 ± 10,8	0,55 ^b
IMC (kg/m²)	25,4 ± 4,9	26,6 ± 4,4	0,55 ^b
ICQ	0,9 ± 0,3	0,8 ± 0,4	0,21 ^b
Procedência			0,99 ^a
Capital	5 (33)	5 (33)	
Interior	10 (67)	10 (67)	
Antecedentes clínicos			
HAS	10 (67)	11 (73)	0,99 ^a
Tabagismo	5 (33)	5 (33)	0,99 ^a
Diabetes mellitus	3 (20)	2 (13)	0,99 ^a
Dislipidemia	4 (27)	4 (27)	0,99 ^a
IAM	4 (27)	4 (27)	0,99 ^a
DRC	3 (20)	2 (13)	0,99 ^a
Fração de ejeção			0,60 ^a
Baixa (< 40%)	1 (7)	1 (7)	
Moderada (40-49%)	1 (7)	3 (20)	
Preservada (≥ 50%)	13 (86)	11 (73)	
InsCor			0,78 ^a
Risco baixo	7 (46,5)	9 (60)	
Risco médio	7 (46,5)	5 (33)	
Risco alto	1 (7)	1 (7)	

IMC – Índice de Massa Corporal; ICQ – Índice cintura-quadril; HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica; IAM - Infarto Agudo do Miocárdio; DRC – doença renal crônica; InsCor: escore de risco de mortalidade em cirurgia cardíaca. ^aTeste Exato de Fisher. ^bTeste t de Student.

Os dados referentes as variáveis cirúrgicas e aos tempos de ventilação mecânica, internação na UTI, não mostraram diferença estatística significantes quando comparado entre os grupos (Tabela 2).

Tabela 2. Dados cirúrgicos, duração da ventilação mecânica, internação na UTI e hospitalar, por grupo, dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Variáveis	Intervenção (n = 15)	Controle (n = 15)	p
Tempo de CEC (min)	122,2 ± 61,7	99,3 ± 26	0,60
Tempo de anóxia (min)	92,7 ± 41,1	80 ± 28,6	0,78
Tempo de cirurgia (min)	256,8 ± 66,9	237,3 ± 63,5	0,87
Duração da VM (horas)	7,6 ± 6,4	8,9 ± 7,5	0,85
Internação na UTI (dias)	3,5 ± 1,2	4,1 ± 3	0,73
Internação hospitalar (dias)	24,8 ± 19,9	21,1 ± 21	0,71

CEC – Circulação Extracorpórea; VM – ventilação mecânica; UTI – Unidade de Terapia Intensiva. Teste de Mann-Whitney.

Quando analisada à função pulmonar, observou-se que os participantes do GI apresentaram manutenção dos valores CVF [71 (61; 79)% vs. 53 (51; 65)% $p = 0,12$] e PFE [232 (143; 374) L/min vs. 247 (180; 280) L/min, $p = 0,97$], enquanto o GC apresentou redução estatisticamente significativa. Em relação a VEF1 ambos os grupos apresentaram redução significativa. A relação VEF1/CVF, ambos os grupos apresentaram manutenção dos seus valores. (Tabela 3).

Na análise da força muscular respiratória, o GI apresentou manutenção dos seus valores tanto a Pimáx [- 70 (-62; -109) cmH₂O vs. -61 (-47; -79) cmH₂O, $p = 0,16$] quanto a Pemáx [73 (54; 85) cmH₂O vs. 64 (57; 72) cmH₂O, $p = 0,15$]. O GC apresentou diminuição significativa nas duas variáveis analisadas.

Tabela 3. Análise dos valores de espirometria e manovacuometria de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

	Intervenção (n = 15)					Controle (n = 15)				
	Pré-operatório	7º PO	p	Effect size	Mean difference (95%IC)	Pré-operatório	7º PO	p	Effect size	Mean difference (95%IC)
CVF (%)	66,9 (23,5)	56,5 (9,6)	0,10	0,63	10,4 (-2,34;23,3)	77,4 (13,9)	52,9 (9,9)	< 0,001	2,07	24,5 (16,6;32,4)
VEF1 (%)	71,5 (26,4)	58,2 (11)	0,03	0,71	13,2 (-1,4;25,1)	79,5 (12,3)	54,5 (7,9)	< 0,001	2,48	25 (18,4;31,4)
VEF1/CVF (%)	100,1 (16,3)	104,6 (10,8)	0,38	0,36	4,5 (-15;5,9)	101,6 (13,9)	96,7 (25,8)	0,43	0,24	4,9 (-8;17,8)
PFE (L/min)	238,2 (134)	239,1 (82)	0,98	0,01	0,9 (-63,1;61,4)	312,5 (118,9)	195,1 (71,4)	0,0005	1,23	117,4 (60,8;174)
Pimáx (cmH₂O)	-78,6 (-31,1)	68,1 (-27,7)	0,19	0,36	10,4 (-5,8;26,8)	-105,6 (-46,9)	-78,7 (-42,8)	0,002	0,60	26,9 (11,4;42,3)
Pemáx (cmH₂O)	71 (18,9)	64,8 (17,9)	0,25	0,33	6,2 (-5,0;17,3)	65,2 (22,4)	-56,5 (20,8)	0,006	0,40	8,7 (2,8;14,5)

PO: Pós-operatório. CVF: Capacidade vital forçada; VEF1: Volume forçado expiratório no 1º segundo; VEF1/CVF: Índice de Tiffenau; PFE: Pico de fluxo expiratório; Pimáx: Pressão inspiratória máxima; Pemáx: Pressão expiratória máxima. Dados apresentados como média (desvio padrão).

A força muscular periférica (FMP) avaliada por meio da dinamometria, o GI apresentou manutenção dos seus valores tanto na mão dominante [26 (24; 31) kgf vs. 24 (19; 33) kgf, $p = 0,18$] quanto na mão não-dominante [22 (19; 29) kgf vs. 21 (17; 26) kgf, $p = 0,27$]. O GC obteve diminuição estatisticamente significativa (Tabela 4).

Na avaliação da capacidade funcional, os pacientes do GI apresentaram manutenção dos seus valores medidos pelo TUG [10 (9; 13) segundos vs. 12 (8; 13) segundos, $p = 0,31$], enquanto o GC mostrou piora da capacidade funcional (Tabela 4).

Tabela 4. Análise dos valores de dinamometria e *Timed Up and Go* (TUG) de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

	Intervenção (n = 15)					Controle (n = 15)				
	Pré-operatório	7º PO	p	Effect size	Mean difference (95%IC)	Pré-operatório	7º PO	p	Effect size	Mean difference (95%IC)
Dinamometria dominante (kgf)	27,4 (9,2)	26 (0,2)	0,19	0,15	1,4 (-0,8;3,6)	30,6 (11,3)	23,7 (11,1)	0,03	0,61	6,9 (2,6;11)
Dinamometria não-dominante (kgf)	23,9 (9,1)	22,6 (7,9)	0,48	0,15	1,3 (-2,6;5,1)	26,5 (8,9)	21,7 (9,5)	0,004	0,52	4,8 (1,8;7,8)
TUG	11 (2,3)	1,8 (3,8)	0,17	0,29	0,9 (-2,2;0,4)	10,8 (3,2)	16,1 (8,2)	0,01	0,94	5,3 (-9,4; -1,3)

PO: Pós-operatório. Dados apresentados como média (desvio padrão).

6. DISCUSSÃO

Neste estudo, ao verificar os efeitos dos exercícios de vibração de corpo inteiro, por meio da utilização da plataforma oscilante/vibratória em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, foram observados efeitos benéficos para manutenção da função pulmonar, da força muscular respiratória, na força muscular periférica e capacidade funcional.

Após o procedimento cirúrgico cardíaco espera-se redução valores espirométricos, devido à redução dos volumes e capacidades pulmonares (OLIVEIRA et al., 2009). Tais alterações pulmonares são atribuídas a fatores relacionados ao procedimento, como: anestesia geral, esternotomia mediana, circulação extracorpórea (CEC), disfunção diafragmática, localização dos drenos e dor (GUIZILINI et al., 2005).

A redução nos valores de variáveis como CVF, VFE1, PFE e VEF1/CVF estão atribuídas principalmente ao aumento do trabalho respiratório e respirações mais superficiais devido à dor e à diminuição da expansibilidade da caixa torácica oriundos manipulação da caixa torácica (OLIVEIRA et al, 2009 GIMENES et al., 2012).

Jonsson et al. (2014), observaram que ao reavaliarem os pacientes 2 meses após a cirurgia cardíaca, o declínio da função pulmonar ainda permanecia presente em comparação com os valores pré-operatórios.

A CVF é uma importante medida da função pulmonar, seus valores mais baixos estão associados a alvéolos mais fechados, mais áreas de atelectasias, com consequente aumento de hipoxemia arterial. Além disso, Gomes Neto et al. (2017), atribuíram maior morbidade em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca a diminuição da função pulmonar. Neste estudo, os pacientes apresentaram manutenção dos valores da CVF, quando comparados ao grupo controle.

A redução nos valores do PFE pode permanecer baixo até o 7º dia de pós-operatório (MUELLER et al., 2000 e GIMENES et al., 2012). Gimenes et al. (2012), relataram que aqueles indivíduos que possuem deficiência no PFE apresentam menor capacidade para tossir e eliminar secreções, desfavorecendo assim, a higiene da árvore brônquica aumentando o risco de complicações respiratórias.

Os pacientes que utilizaram a terapia com o EVCI gerado em plataforma oscilante/vibratória quando reavaliados no 7º dia de pós-operatório mantiveram seus valores de PFE, demonstrando que a vibração no GI foi eficaz para manutenção do valor do PFE. Resultado diferente encontrado por Brunner et al., (2016) que ao estudarem 10 pacientes submetidos à transplante de pulmão, observaram que a terapia com o EVCI apresentou manutenção e aumento da VFE1 e do PFE respectivamente, porém ambas não tiveram significância estatística no estudo.

Yang et al. (2016), ressaltaram que a atividade física por meio do EVCI regular pode reduzir o declínio da função pulmonar. A regularidade da atividade física impacta diretamente na função pulmonar, minimizando o surgimento de complicações respiratórias, a mortalidade e melhorando a qualidade de vida.

Grande parte dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca já apresentam debilidade na musculatura respiratória já no período pré-operatório, o qual agrava ainda mais após a intervenção cirúrgica (MENEZES et al., 2016). Além disso, a fraqueza desses músculos está associado ao risco de complicações pós-operatórias, podendo ocasionar aumento do tempo de internação hospitalar (GUEDES et al., 2009).

Borghi-Silva et al. (2004), afirmaram que a diminuição da força muscular respiratória após cirurgia cardíaca não retorna aos seus valores basais antes do momento da alta hospitalar. Tal fato pode ser relacionado pela dor e também devidos a utilização de analgésicos no decorrer dos pós-operatório (FERREIRA et al., 2009). Alguns recursos vem sendo utilizados para tentar minimizar fraqueza muscular que ocorre no pós-operatório, dentre eles estão, o treinamento muscular inspiratório, espirômetros de incentivo e os exercícios aeróbicos e resistidos (XIMENES et al., 2015; BORGES et al., 2016).

No presente estudo, o grupo que realizou a vibração de corpo inteiro apresentou manutenção dos valores da força muscular respiratória, tanto inspiração mensurada pela Pimáx quanto na expiração mensurada pela Pemáx. Pessoa et al. (2016), ao relatarem que possível aumento da Pimáx deva estar associado, ao posicionamento do braço apoiado na plataforma, isso faria com que houvesse uma facilitação da transmissão do impulso axial para a cintura escapular, intensificando o estímulo para os músculos acessórios inspiratórios. Assim sendo, o reflexo tônico vibratório induziu a sensibilização reflexa dos fusos

musculares, gerando aumento nas forças isométricas e de pico, tais forças que são necessárias para manobra da Pimáx.

Quanto ao aumento da Pemáx, nesse mesmo estudo, Pessoa et al., (2016), relataram que a melhoria nesse valor pode ser atribuída a soma da contração tônica pelo estímulo vibratório associados à contração isométrica dos músculos abdominais no intuito de manter a posição estática durante o treinamento, ocasionado aumento da força dos músculos expiratórios.

Os pacientes após a cirurgia cardíaca, ao serem encaminhados para UTI são submetidos a ventilação mecânica invasiva, drenos torácicos, drogas vasoativas para estabilidade hemodinâmica, todos esses fatores contribuem para maior restrição ao leito (SILVA et al., 2017). Devido a essa limitação na mobilidade, há redução de massa muscular com consequente perda de força muscular gerando significativa redução do fluxo sanguíneo, afetando diretamente a ingestão de energia para o músculo (SANTOS et al., 2014).

Games et al. (2015), observaram que quando utilizadas vibrações com frequências mais baixas (5Hz a 10Hz) possuem melhor fluxo sanguíneo do que frequências mais altas, uma explicação pra esse fato, seria que o fluxo sanguíneo pode ser influenciado pela contração muscular, ou seja, frequências mais baixas podem proporcionar maior tempo entre as contrações, permitindo assim maior perfusão.

Segundo Borges et al. (2006), a baixa qualidade de vida dos pacientes pós cirurgia cardíaca está ligada diretamente a uma recuperação deficiente do estado funcional, ainda no período hospitalar. Vale ressaltar que, durante a fase I de reabilitação cardiovascular, os pacientes estão mais suscetíveis ao desenvolvimento de complicações operatórias que contribuem para a perda funcional (CACAU et al., 2013), daí a importância de tentar minimizar esses prejuízos funcionais.

O TUG é um teste que inicialmente foi desenvolvido para avaliação do risco de quedas em idosos. Porém, há algum tempo vem sendo utilizado como método para avaliar a capacidade funcional na reabilitação cardíaca pós-cirurgia (BUSCH et al., 2012; BELLET et al., 2013).

Quando avaliada a funcionalidade pelo TUG, o presente estudo demonstrou que o GI também apresentou manutenção dos seus valores. Busch et al. (2012), ressaltaram a importância da inserção dos pacientes em programas

de treinamento físico durante reabilitação cardíaca, pois apresentaram melhores valores de execução do TUG quando comparados ao GC.

A utilização do EVCI como forma de terapia física gera ganhos funcionais levando há um bom desempenho no TUG (PAHL et al., 2018). Miller et al. (2018), afirmaram que o EVCI ocasiona ganho na força, agilidade, coordenação e potência dos MMII, pontos importantes para melhores tempos de execução do TUG, o que reflete em um melhor nível de independência funcional.

7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo apresenta limitações quanto ao tamanho da amostra, aos cancelamentos das cirurgias cardíacas no hospital onde o mesmo foi realizado.

Outra limitação foi o tempo do qual os pacientes foram submetidos ao EVCI, apenas 1 minuto vibração, não se sabe os efeitos obtidos com um tempo maior de vibração. Além disso, ainda não está claro se há diferenças entre utilização do EVCI de forma contínua ou intervalada.

Outro, é referente a intensidade (frequência) em que os pacientes iniciavam e progrediam. Também não se tem total esclarecimento em quais condições seria melhor para iniciar a terapia, frequências mais baixas ou frequências mais altas.

8. IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

No entanto, até o momento é o primeiro a investigar os resultados do EVCI na parte respiratória e funcionalidade nesse perfil de pacientes, no qual mostrou benefícios, portanto, os resultados devem ser analisados com cautela.

Assim sendo, espera-se que a partir deste, possa motivar novos estudos com amostras maiores, com diferentes tempos de exposição ao EVCI, diferentes intensidades, ampliando mais o conhecimento sobre esta temática.

9. CONCLUSÃO

A inclusão da plataforma oscilante/vibratória a um protocolo de fisioterapia após cirurgia cardíaca promoveu respostas fisiológicas que contribuíram para a manutenção da função pulmonar, da força muscular respiratória e periférica e da capacidade funcional, quando comparado ao protocolo de fisioterapia convencional de maneira isolada.

10. REFERÊNCIAS

ABERCROMBY, AF. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 39, n. 10, p. 1794-1800, 2007.

ALCADE RV, GUARAGNA JC, BODANESE L.C, CASTRO I, SUSSENBACH RN, GODANI MA, FEIER F, PETRACO JB. Alta dose de amiodarona em curto período reduz incidência de fibrilação e flutter atrial no pós-operatório de cirurgia de revascularização miocárdica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 87(3): 236-240, 2006.

ALVES VLISA, GUIZILINI S, UMEDA IIK, PULZ C, MEDEIROS WM. In: *Fisioterapia em Cardiologia*. 2ª edição. São Paulo. Atheneu. 6:307-322. 2014.

ALVES JUNIOR L, RODRIGUES AJ, BASSETO S, SCORZONE A, LUCIANO PM, PINHEIRO KS, VICENTE WVA. Fatores de risco em septuagenários ou mais idosos submetidos a revascularização do miocárdio e ou operações valvares. *Revista Brasileira Cirurgia Cardiovascular*. 23(4):550-555; 2008.

PAHL A, WEHRLE A, KNEIS S, GOLHOFER A, BERTZ H. Feasibility of whole body vibration during intensive chemotherapy in patients with hematological malignances a randomized controlled pilot study. *BMC Cancer*. 18(920):1-12; 2018.

ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am Journal Respiratory Critical Care Medicine*. 166(4):518-624; 2002.

ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing. *European Respiratory Journal*. 26:153-161; 2005.

AULER JUNIOR JOC. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica: Ventilação mecânica no intra-operatório. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 33, supl. 2, p.137-41, 2007.

BATISTA MAB, WALLERSTEIN, LF, DIAS RM, SILVA RG, UGRINOWITSCH, C, TRICOLI, V. Efeitos do treinamento com plataformas vibratórias. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 15(3): 103-113; 2007.

BAUMGARTEN MCS, GARCIA GK, FRANTZESKI MH, GIACOMAZZI CM, LAGNI VB, DIAS AS, MONTEIRO MB. Pain and pulmonary function in patients submitted to heart surgery via sternotomy. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 24(4):497-505; 2009.

BELLET RN, FRANCIS RL, JACOB JS, HEALY KM, BARTLETT HJ, ADAMS L, MORRIS NR. Timed up and go test in cardiac rehabilitation: reliability and comparison with the 6-minute walk test. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 33:99-105; 2013.

BECCARIA LM, CESARINO CB, WERNECK AL, CORREIO NCG, CORREIO KSS, CORREIO MNM. Complicações pós-operatórias em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca em hospital de ensino. *Arquivos de Ciência e Saúde*. 22(3): 37-41; 2015.

BIDONDE J, BUSCH AJ, VAN DER SPUIY I, TUPPER S, KIM SY, BODEN C. Whole body vibration exercise training for fibromyalgia (review). *Cochrane Database Systematic Reviews*. 9:1-93; 2017.

BOESEL T, NELL C, KEHR K, HOLLAND A, DRESEL M, GREULICH T, TACKENBERG B, KENN K, BOEDER J, KLAPDOR. Whole vibration therapy in intensive care patients: a feasibility and safety study. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 48(3): 316-21; 2016.

BORG G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 14(5):377-81; 1982.

BORGES DL, ANDRADE FMD, OLIVEIRA GU, CACAU LP. Tecnologia e recursos adjuvantes na fase 1 de reabilitação pós-cirurgia cardíaca. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; MARTINS JA, REIS LFF, ANDRADE FMD, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto: Ciclo 9. Porto Alegre: Artmed Panamericana. 1: 51-79, 2018.

BORGES DL, SILVA MG, SILVA LN, FORTES JV, COSTA ET, ASSUNÇÃO RP, LIMA CM, DA SILVA NINA VJ, BERNARDO-FILHO M, CAPUTO DS.. 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*. 13(9):946-51; 2016.

BORGES JBC, FERREIRA DLM, CARVALHO SMR, SILVA MAM. Avaliação da intensidade da dor e da funcionalidade no pós-operatório de recente de cirurgia cardíaca. *Brazilian Journal Cardiovascular Surgery*. 21(4):393-402; 2006.

BUYS R, CLAES J, WALSH D, CORNELIS N, MORAN K, BUDTS W, WOODS C, CONELISSEN VA. Cardiac patients show high interest in technology enable cardiovascular rehabilitation. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 16(95):1-9; 2016.

BRUNNER, S.; BRUNNER, D.; WINTER ,H.; KNEDINGER, N. Feasibility of whole-body vibration as an early inpatient rehabilitation tool after lung transplantation – a pilot study. *Journal Clinical Transplantation*. 30(2):93-98; 2016.

BUSCH JC, LILLOU D, WITTIG G, BARTSCH P, WILLEMSSEN D, OLDRIDGE N, BJARNASON-WEHRENS B. Resistance and balance training improves functional capacity in very old participants attending cardiac rehabilitation after coronary bypass surgery. *Journal American Geriatrics Society*. 60(12): 2270-2276.

BUTEZLOFF MM, ZAMARIOLI A, LEONI GB, SOUSA-NETO MD, VOLPON J.B.; Whole-body vibration improves fracture healing and bone quality in rats with ovariectomy-induced osteoporosis. *Acta Cirurgica Brasileira*. 30,(11):727-35; 2015.

BUTTIGNOL M, PIRES NETO RC, Protocolos de mobilização precoce no paciente crítico. Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva. Martins JA, Karsten M, Dal Corso S, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória. Ciclo 4. Porto Alegre; Artmed Panamericana;97-135; 2014.

CACAU LPdeA, OLIVEIRA GU, MAYNARD LG, ARAÚJO FILHO AA, SILVA WM JR, CERQUERIA NETO ML, ANTONIOLLI AR, SANTANA-FILHO VJ. The use of the virtual reality as intervention too in the postoperative of cardiac surgery. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 28(2):281-289; 2013.

CARDINALE M, WAKELING J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Brazilian Journal Sports Medicine*. 39:585–589; 2005.

CARVALHO ARS, MATSUDA LM, CARVALHO MSS, ALMEIRA RMSSA, SCHNEIDER DSLG. Complicações no pós-operatório de revascularização miocárdica. *Ciência, Cuidado e Saúde*, 5(1):50-59, 2006.

CARVALHO TG, SILVA ALG, SANTOS ML, SCHAFER J, CUNHA LS, SANTOS LJ. Relação entre saída precoce do leito na unidade de terapia intensiva e funcionalidade pós-alta: um estudo piloto. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*. 3(3):82-86; 2013.

CÉSAR, LAM.; VIANA, C.B. Strategy for therapeutic decision: medical vs. angioplasty vs. surgery. *Revista da Sociedade de Cardiologia*. 24(1):7-22, 2014.

COCHRANE, DJ. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *J Sport Sci Med*, 10(1):19-30;2011.

COCHRANE, DJ. Vibration exercise: the potential benefits. *International Journal Sports of Medicine*. 32(2):75-99, 2011.

COHEN J. Statistical power analysis. *Curr Direct Psychol Sci*.1(3):98–101; 1992.

CORDEIRO AL, BARBOSA AFN, LEITÃO LP, ARAÚJO PAS, CARVALHO S. Hemodynamic effects of training on cycle ergometer in patients in post-operative cardiac surgery. *Revista do DERC*. 20(3):90-93; 2014.

CORDEIRO ALL, QUEIROZ GO, SOUZA MM, GUIMARÃES AR, ARAÚJO TM, CORREIA JÚNIOR MAVC, CARVALHO SO, PERUMA MP. Tempo de ventilação mecânica e força muscular periférica na pós-cirúrgica cardíaca. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. 29(2):134-138; 2016.

CORDEIRO ALL, DE MELO TA, NEVES D, LUNA J, ESQUIVEL MS, GUIMARÃES AR, BORGES DL, PETTO J. Inspiratory muscle training and functional capacity in patients undergoing cardiac surgery. *Brazilian Journal Cardiovascular Surgery*. 31(2):140-4; 2016.

DIAS, J.A.D.; OVANDO, A.C.; KULLKAMP; JUNIOR, N.B.G. Força de preensão palmar: métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2(3):209-216; 2010.

DORDETTO, P.A.R.; PINTO, G.C.; ROSA, T.C.S.C.; Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca: caracterização sociodemográfica, perfil clínico-epidemiológico e complicações. *Revista da Faculdade de Ciência Médicas de Sorocaba*. 18(3): 144-9;2016.

FERREIRA, P.E.G.; RODRIGUES, A.J.; ÉVORA, P.R.B. Efeitos de um programa de reabilitação da musculatura inspiratória no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 92(4):275-282, 2009.

FITZSIMONS, M. G. Weaning from cardiopulmonar by-pass (CPB). In: UpToDate, POST, T. W. (Ed). Waltham, MA. (Accessed on March 20, 2018).

FORTES JVS, BARBOSA E SILVA MG, BALDEZ TE, COSTA MA, DA SILVA LN, PINHEIRO RS, FECKS ZS, BORGES DL. Mortality risk after cardiac surgery: aplication of inscor in a university hospital in Brazil's Northeast. *Brazilian Journal Cardiovascular Surgery*. 31(5):396-399, 2016.

FREEMAN, R., MALEY, K. Mobilization of intensive care cardiac surgery patients on mechanical circulatory support. *Critical Care Nurse*. 36:73-88; 2013.

GAMES KE, SEFTON JM, WILSON AE. Whole-body vibration and blood flow and muscle oxygenation: A meta-analysis. *Journal of Athletic Training*. 50(5): 542-549; 2015.

GARDENGHI, G. Mecanismos sistêmicos de alteração da capacidade funcional nas doenças cardiovasculares. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cradorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; Martins JÁ, Karsten M, Dal Corso S, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória: Ciclo 1. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2014. P. 11-26. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v.1).

GHROUBI S, CHAARI M, ELLEUCH H, MASSMOUDI K, ABDENADHER M, TRABELSSI I, AKROUT M, FEKI H, FRIKHA I, DAMMAK J, KAMMOUN S, ZOUARI N, ELLEUCH MH. The isokinetic assessment of peripheral muscle function in patients with coronary artery disease: correlations with cardiorespiratory capacity. *Ann Readapt Med Phys*. 50:295-301; 2007.

GIMENES C, DE GODOY I, PADOVANI CR, GIMENES R, OKOSHI MP, OKOSHI K. Respiratory and expiratory peak flow rate of patients undergoing

coronary artery bypass graft surgery. *Medical Science Monitor*. 18(9):558-563, 2012.

GLOECKL R, JAROSCH I, BENGSCH U, CLAUS M, SCHNEEBERGER T, ANDRIANOPOULOS V, CHRISTLE JW, HITZL W, KENN K. Effects of whole body vibration in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Respiratory Medicine*. 106(1):75-83; 2012.

GOLDWASSER R. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 33(2):128-36; 2007.

GRIFFIN MJ. Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand- transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union: A review. *Occupational and Environmental Medicine*. (61):387–397, 2004.

GUIZILINI S, GOMES WJ, FARESIN SM, CARVALHO ACC, JARAMILHO JI, ALVES FA, CATANI R, BUFFOLO E. Effects of the pleural drain site on the pulmonary function after coronary artery by-pass grafting. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 19(1):47-54; 2004.

GUIZILINI S, GOMES WJ, FARESIN SM, CARVALHO ACC, JARAMILHO JI, ALVES FA, CATANI R, BUFFOLO E. Evaluation of Pulmonary function in patients following on – and off-pump coronary bypass grafting. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 20(3): 310-316; 2005.

HERDY AH, LÓPEZ-JIMÉNEZ F, TERZIC CP, MILANI M, STEIN R, CARVALHO T, SERRA S, ARAUJO CG, ZEBALLOS PC, ANCHIQUE CV, BURDIAT G, GONZÁLEZ K, GONZÁLEZ G, FERNÁNDEZ R, SANTIBÁÑEZ C, RODRÍGUEZ-ESCUADERO JP, ILARRAZA-LOMELÍ H. *Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular*. 103:1-31, 2014.

HUANG M, LIAO LR, PANG MY. Effects of whole body vibration on muscle spasticity for people with central nervous system disorders: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*. 31(1):23-33; 2017.

HUFFMYER JL, GROVES DS. Pulmonary complications of cardiopulmonary by-pass. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*. 29: 163-75; 2015.

IUNG B, VAHANIAN A. Epidemiology of valvular heart disease in the adult. *Nat Nature Reviews. Cardiology*. 8(3): 162-72, 2011.

HAJJAR LA, VINCENT JL, GALAS FR, NAKAMURA RE, SILVA CM, SANTOS MH, FUKUSHIMA J, KALIL FILHO R, SIERRA DB, LOPES NH, MAUAD T, ROQUIM AC, SUNDIN MR, LEÃO WC, ALMEIDA JP, POMERANTZEFF PM, DALLAN LO, JATENE FB, STOLF NA, AULER JO JR. Transfusion requirements after cardiac surgery: the TRACS randomized controlled trial. *JAMA*. 304(15): 1559-67, 2010.

KAEDING TS. The Historical Evolution of the Therapeutic Application of Whole Body Vibrations: Any Lessons to be Learned. *Austin Sports Medicine*. 1(1):01-04; 2016.

KIISKI J, HEINONEN A, JÄRVINEN TL, KANNUS P, SIEVÄNEN H. . Transmission of Vertical Whole Body Vibration to the Human Body. *Journal Bone Mineral Res*. 23; 8, p.1318-1328, 2008.

KOCH C, LI L, FIGUEROA P, MIHALJEVIC T, SVENSSON L, BLACKSTONE EH. Transfusion and pulmonary morbidity after cardiac surgery. *Annals Thoracic Surgery*, v. 88, n. 5, p. 1410-8, 2009.

LEDUR P, ALMEIDA L, PELLANDA LC, SCHAAN BD'A. Preditores de infecção no pós-operatório de cirurgia de revascularização miocárdica. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 26(2):190-6; 2011.

LEE JS, KIM CY, KIM HD. Short-Term Effects of Whole-Body Vibration Combined with Task-Related Training on Upper Extremity Function, Spasticity, and Grip Strength in Subjects with Post stroke Hemiplegia: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Am Journal Physical Medicine Rehabilitation*. 95(8): 608-17; 2016.

MACEDO RM, FARIA-NETO JR, COSTANTINI CO, CASALI D, MULLER AP, COSTANTINI CR, DE CARVALHO KA, GUARITA-SOUZA LC. Phase I of cardiac rehabilitation: a new challenger for evidence based physiotherapy. *World journal of Cardiology*. 3(7):248-255; 2011.

MACHADO LB, NEGRI EM, BONAFÉ WW, SANTOS LM, MALBOUISSON LMS, CARMONA MJC. Avaliação dos níveis de citocinas e da função pulmonar de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 61(3) 275-85, 2011.

MAIR, V. et al. Perfil da fisioterapia na reabilitação cardiovascular no Brasil. *Fisioterapia em Pesquisa*. 15(4):333-338, 2008.

MARTINEZ BP, ALVES GAA. Avaliação muscular em terapia intensiva. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; MARTINS JA, ANDRADE FMD, BERALDO MA, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto: Ciclo 7. Porto Alegre: Artmed Panamericana. 51-79, 2017.

MATHIEU NN, WITVROUW E, VAN DE VOORDE D, MICHILSENS D, ARBYN V, VAN DE BROECKE, W. Improving strength and postural control in young skiers: whole body vibration versus equivalent resistance training. *Journal of Athletic Training*. 41(3): 286-293; 2006

MEDEIRO AIC, OLIVEIRA AS, COSTA SKA, BARBOSA ML, OLIVEIRA, GWS. Avaliação da função pulmonar, força muscular respiratória e qualidade de vida no pré-operatório de cirurgia cardíaca. 5(2):14-22.

MEJÍA OAV, BOA LA, PUIG LB, MOREIRA LF, DALLAN LA, POMERANTZEFF PM, JATENE FB, STOLF NA. InsCor: Um Método Simples e Acurado para Avaliação do Risco em Cirurgia Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 100(3):246-254, 2013.

MENDES RG, BORHI-SILVA A. Eficácia da intervenção fisioterapêutica associada ou não à respiração por pressão intermitente (RPPI) após cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. *Fisioterapia em Movimento*. 19(4):73-82; 2006.

MENEZES, T.C. et al. Análise da força muscular respiratória no pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca: estudo preliminar. *Ciências e Biológicas da Saúde*, 3(3):59-70; 2016.

MCGILL N, O'SHAUGHNESSY D, PICKERING R, HERBERTSON M, GILL R. Mechanical methods of reducing blood transfusion in cardiac surgery: randomized controlled clinical trials. *BMJ*. 324(349):1299-306; 2002.

MILLER RM, HEISHMAN AD, FREITAS EDS, BEMBEN M. Comparing the acute effects of intermittent and continuous whole-body vibration exposure on neuromuscular and functional measures in sarcopenia and nosarcopenic elderly women. *Dose Response*. 16(3):1-9; 2018.

MINEMATSU A, NISHII Y, IMAGITA H, TAKESHITA D, SAKATA S. Whole-body vibration can attenuate the deterioration of bone mass and trabecular bone microstructure in rats with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 54(8):597-603; 2015.

MORAIS DB, LOPES ACRL, SÁ VM, JÚNIOR SILVA WM, NETO CERQUEIRA ML. Avaliação do desempenho funcional em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. *Revista Brasileira de Cardiologia*. 23(5): 263-269; 2010.

MOURA HV, POMERANTZEFF PMA, GOMES WJ. Síndrome da resposta inflamatória sistêmica na circulação extracorpórea: papel das interleucinas. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, v. 16, n. 4, p. 376-87, 2001.
MUSSALEM et al. Influência da mobilização precoce na força muscular periférica em pacientes na unidade coronariana. *Assobrafir Ciência*. 5(1):77-88; 2014.

GOMES NETO M, MARTINEZ BP, REIS HFC, CARVALHO VO. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 31(4):454-464; 2017.

OLIVEIRA EE, SILVA VZM, TURQUETTO ALR. Relação do teste de caminhada pós-operatório e função pulmonar com o tempo de internação da cirurgia cardíaca. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 24(4): 478-484, 2009.

OLIVEIRA EL, WESTPHAL GA, MASTROENI MF. Características clínico-demográficas de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do

miocárdio e sua relação com a mortalidade. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 27(1):52-60; 2012.

PAHL A, WEHRLE A, KNEIS A, BERTZ H. Feasibility of whole body vibration during intensive chemotherapy in patients with hematological malignancies – a randomized controlled pilot study. *BMC Cancer*. 18(1):920; 2018.

PAIVA, D; CABEZUELO, P.J.M; BERNARDO-FILHO, M. In: *Plataforma Oscilante/Vibratória: Fundamentos e a Prática Clínica*. São Paulo: Andreoli. 11-18; 2014.

PARK SY, SON WM, KWON OS. Effects of whole body vibration training on body composition, skeletal muscle strength, and cardiovascular health. *Journal of Exercise rehabilitation*. 11(6):289-295; 2015.

PASCHOAL, MA. In: *Fisioterapia Cardiovascular: Avaliação e conduta na reabilitação cardíaca*. São Paulo. Manole. 1-10. 2010.

PEREIRA CAC. Espirometria. *Jornal de Pneumologia*. 28(3)1-82; 2002.

PESSOA, M.F. et al. Vibration platform training improves respiratory muscle strength, quality of life, and inspiratory capacity in the elderly adults: a randomized controlled trial. *Journal of Gerontology*. 00(00):1-6; 2016.

PINHEIRO APAS, VIANA CB, TAKAHASHI LN. Particularidades do atendimento ao paciente em pós-operatório de cirurgia cardíaca. In: REGENGA, M. M org. *Fisioterapia em Cardiologia: da UTI à reabilitação*. 2 ed. São Paulo.p. 225-70; Roca, 2000.

PIRES J, BREDA K. Cirurgia cardíaca. In: SARMENTO, G. J. V. *Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas*. São Paulo: Atheneu, 279; 2005.

PIVATTO JÚNIOR F, KALIL RAK, COSTA AR, PEREIRA EMC, SANTOS EZ, VALLE FH, BENDER LP, TROMBKA M, MODKOVSKI TB, NESRALHA IA. Sobrevida em longo prazo de octogenários submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica isolada. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 26(1)21-26; 2011.

PLENTZ RDM, SISTO IR. Plataforma vibratória: mecanismos fisiológicos de ação e evidências científicas: In: *Associação Brasileira de Fisioterapia Cradorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva*; Martins JÁ, Karsten M, Dal Corso S, organizadores. *PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória: Ciclo 4*. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2018. P. 119-41. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v.3).

PODSIADLO D, RICHARDSON S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of The American Geriatrics Society*. 39(2)142-8; 1991.

RAUCH F, SIEVANEN H, BOONEN S, CARDINALE M, DEGENS H, FELSENBURG D. Reporting whole-body vibration intervention studies: recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. *Journal Musculoskeletal Neuronal Interact*. 10(3):193-8; 2010.

RIETSCHER E, VAN KONINGSBRUGGEN S, FRICKE O, SEMLER O, SCHOENAU E. Whole body vibration: a new therapeutic approach to improve muscle function in cystic fibrosis? *International Journal of Rehabilitation Research*. 31(3):253-256; 2008.

RIBEIRO FFF, ARRUDA GD'AS, PTAK DM, MENEZES FR, TORRICO MAO, RAMOS, AIO. Seguimento pós-operatório em longo prazo de pacientes submetidos à cirurgia valvar. *Revista Brasileira de Cardiologia*. 26(2): 112-9; 2013.

RITTWEGGER, J. Vibration as an exercise modality. How it may work, and what is potential might be. *European Journal Applied Physiology*. 108(5):877-904; 2010.

ROBINSON TN, WU DS, SAUAIA A, DUNN CL, STEVENS-LAPSLEY JE, MOSS M, STIEGMANN GV, GAJDOS C, CLEVELAND JC JR, INOUE SK. Slower walking speed forecasts increased postoperative morbidity and one-year mortality across surgical specialties. *Annals Surgery*. 258(4):582-59; 2013.

ROTH J, WUST M, RAWER R, SCHNABEL D, ARMBRECHT G, BELLER G, REMBITZKI I, WAHN U, FELSENBURG D, STAAB D. Whole body vibration in cystic fibrosis – a pilot study. *Journal Musculoskeletal Neuronal Interact*. 8(2): 179-87, 2008.

SÁ-CAPUTO D da C, RONIKEILI-COSTA P, CARVALHO-LIMA RP, BERNARDO LC, BRAVO-MONTEIRO MO, COSTA R, DE MORAES-SILVA J, PAIVA DN, MACHADO CB, MANTILLA-GIEHL P, ARNOBIO A, MARIN PJ, BERNARDO-FILHO M. Whole body vibration exercises and the improvement of the flexibility in patient with metabolic syndrome. *Rehabilitation Research and Practice*. 2014. Doi: 10.1155/2014/628518.

SAKUMA LM, MACHADO FS, MARTINS MA. Associação independente do tabagismo aos eventos cardíacos pós-operatórios e à mortalidade em 30 dias. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 94(5):625-632; 2010.

SALHI B, MALFAI TJ, MAEE GV, JOOS G, MEERBEECK JPV, DEROM E. Effects of whole body vibration in patients with COPD. *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 12(5):525-32; 2015.

SALIS S, MAZZANTI VV, MERLI G, SALVI L, TEDESCO CC, VEGLIA F, SISILLO E. Cardiopulmonary bypass duration is an independent predictor of morbidity and mortality after cardiac surgery. *Journal of Cardiothoracic Vascular Anesthesiology*. 22(6):814-22; 2008.

SANTOS KSS, MAZZANTI VV, MERLI G, SALVI L, TEDESCO CC, VEGLIA F, SISILLO E. Evaluation of peripheral muscle strength of patients undergoing

elective cardiac surgery: a longitudinal study. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 29(3):355-259; 2014.

SANTOS PMR, AQUARONI RICCI N, APARECIDA BORDIGNON SUSTER É, DE MORAES PAISANI D, DIAS CHIAVEGATO L. Effects of early mobilization in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy*. 2016.

SASSERON AB, FIGUEIREDO LC, KUNICATA ÉN, D'ALESSANDRI J, LIMA NMFV, BOIN IFSF. Comparação dos dias de internação hospitalar em pacientes que foram submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem pleurotomia. *Arquivos Brasileiros de Ciência e Saúde*. 35(3):196-201, 2010.

SAVAGE PA, SHAW AO, MILLER MS, VANBUREN P, LEWINTER MM, ADES PA, TOTTH MJ. Effect of resistance training on physical disability in chronic heart failure. *Medicine Science Sports Exercise*. 43(8):1379-86; 2011.

SCHWEICKERT WD, POHLMAN MC, POHLMAN AS, NIGOS C, PAWLIK AJ, ESBROOK CL, SPEARS L, MILLER M, FRANCZYK M, DEPRIZIO D, SCHMIDT GA, BOWMAN A, BARR R, MCCALLISTER KE, HALL JB, KRESS JP. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *The Lancet*. 30(373):1874-1882; 2009.

SMETANA GW, LAWRENCE VA, CORNELL JE. Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*. 144(8):581-95; 2006.

SILVA CMS, Guimarães ARF, Freire IOD, Tavares AP, Oliveira QDT, Sampaio RS. Comparação da função pulmonar no pré e pós-operatório submetidos à cirurgia cardíaca aberta de revascularização do miocárdio de um hospital filantrópico de Feira de Santana/BA. *Fisioterapia Brasil*. 14(1):4-48; 2013.

SILVA LN, MARQUES MJS, LIMA RS, FORTES JVS, SILVA MGB, BALDEZ TEP, COSTA MAG, OLIVEIRA RL, BORGES DL. Retirada precoce do leito no pós-operatório de cirurgia cardíaca: repercussões cardiorrespiratórias e efeitos na força muscular respiratória e periférica, na capacidade funcional e função pulmonar. *Assobrafir Ciência*. 8(2):25-39; 2017.

SILVA SF, PEREIRA AA, SILVA WAH, SIMÕES R, BARROS NETO JR. Physical therapy during hemodialyse in patients with chronic kidney disease. *Jornal Brasileiro de Nefrologia*. 35(3):170-176; 2013.

TARASOUTCHI F, MONTERA MW, GRINBERG M, BARBOSA MR, PIÑEIRO DJ, SÁNCHEZ CRM, BARBOSA MM, BARBOSA GV, et al. Diretriz Brasileira de Valvopatias - SBC 2011 / I Diretriz Interamericana de Valvopatias - SIAC 2011. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 97(1):1-67; 2011.

TAVRIS DR, BRENNAN JM, SEDRAKYAN A, ZHAO Y, O'BRIEN SM, PETERSON ED, GROSS TP, MARINAC-DABIC D, HORVATH KA.. Long-term outcomes after transmyocardial revascularization. *Ann Thoracic Surgeons*. 94:1500-8; 2012.

VAN VENROOIJ LM, VERBERNE HJ, DE VOS R, BORGMEIJER-HOELEN MM, VAN LEEUWEN PA, DE MOL BA.. Postoperative loss of skeletal muscle mass, complications and quality of life in patients undergoing cardiac surgery. *Nutrition*. 28:40-45; 2012.

VIDOTTO M, MENDEZ VMF, MARCHINI EMB. In: ALVES VLS. *Fisioterapia em Cardiologia: aspectos práticos*. São Paulo: Atheneu, 263-271.

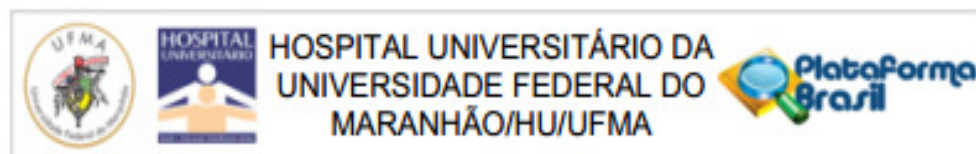
VIEIRA IBCO, VIEIRA FF, ABRÃO J, GASTALDI AC. Influência da posição do dreno pleural na função pulmonar de pacientes submetidos à revascularização do miocárdio. *Revista Brasileira de Anestesiologia*. 62(5):696-708; 2012.

YANG X, ZHOU Y, WANG P, HE C, HE H. Effects of whole body vibration on pulmonary function, functional exercise capacity and quality of life in people with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. 30(5):419-431; 2016.

ZOCRATO LBR, MACHADO MGR. Fisioterapia respiratória no pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca. In: MACHADO MGR org. *Bases de fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 338-36; 2013

ANEXOS

ANEXO A - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DE VIBRAÇÃO MECÂNICA GERADA EM PLATAFORMA OSCILANTE/VIBRATÓRIA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

Pesquisador: DANIEL LAGO BORGES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 54839716.9.0000.5086

Instituição Proponente: Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão/HU/UFMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.554.207

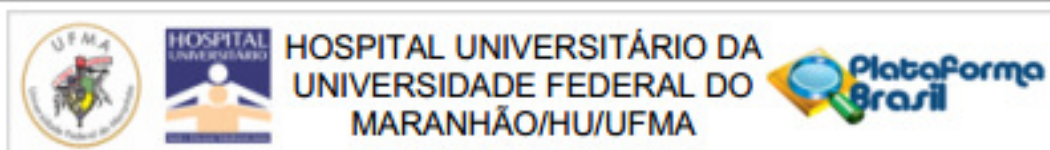
Apresentação do Projeto:

A vibração mecânica é uma oscilação sinusoidal com alterações periódicas de força, aceleração e deslocamento ao longo do tempo, podendo ser gerada por diversos dispositivos, destacando-se, com objetivo de terapia física, a plataforma oscilante/vibratória. Este método está relacionado ao ganho de força e resistência muscular. Tem sido sugerido que os benefícios musculares supostamente ocorrem por via neurogênica e envolveriam reflexos espinais, vibração tônica reflexa e ativação muscular. As alterações causadas na musculatura por meio dos exercícios de vibração no corpo inteiro (EVCI) podem levar a provável aumento na captação de oxigênio, sugerindo que a energia muscular gerada pelo EVCI, podem promover efeitos benéficos em índices cardiovasculares, como: pressão sanguínea, fluxo de sangue e frequência cardíaca. Além dos benefícios cardiovasculares, o treinamento por meio da vibração mecânica na plataforma oscilante/vibratória também pode ser utilizado em programas de reabilitação pulmonar. Com o objetivo de investigar os efeitos da EVCI em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca em um Hospital universitário, do Nordeste do Brasil, será realizado um ensaio clínico controlado randomizado, que será desenvolvido no Serviço de Cirurgia Cardíaca do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão, Unidade Presidente Dutra (HUPD), em São Luís – MA. A população do estudo será constituída por pacientes adultos submetidos à cirurgia cardíaca eletiva

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227
 Bairro: CENTRO
 UF: MA Município: SÃO LUIS
 Telefone: (98)2109-1250

CEP: 65.020-070

E-mail: cep@huufma.br



Continuação do Parecer: 1.554.207

no período de outubro de 2016 a outubro de 2017 e serão divididos em dois grupos, porém apenas um grupo utilizará a EVCI associada a terapia convencional. Serão excluídos aqueles pacientes que apresentarem doenças pulmonares pré-existentes, limitação de mobilidade que interfiram na avaliação, submetido à cirurgia de emergência, alto risco de mortalidade pelo InsCor, e que foram a óbito. Será aplicado para estatística descritiva o software programa Stata/SE 12.1 (Statacorp, College Station, Texas, EUA). Para identificar a normalidade dos grupos será aplicado o teste de Shapiro-Wilk. A depender da normalidade, as variáveis quantitativas serão expressas por meio de média e desvio-padrão ou mediana e desvio interquartilico e suas diferenças verificadas empregando-se os testes t de Student pareado ou Wilcoxon. As variáveis qualitativas serão expressas sob a forma de proporções e a associação entre estas e as variáveis de desfecho testadas por meio dos testes exato de Fisher ou Qui-quadrado. Os resultados serão considerados estatisticamente significantes quando $p < 0,05$. Financiamento próprio.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Investigar os efeitos da EVCI em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Objetivo Secundário:

- Identificar a segurança e viabilidade da utilização do EVCI na amostra em estudo.
- Verificar se o EVCI influencia na força muscular respiratória e função pulmonar de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.
- Observar os efeitos do EVCI na força muscular periférica, capacidade funcional e sensação de dor destes pacientes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores, os riscos desta pesquisa estão relacionados com a avaliação, aos atendimentos fisioterapêuticos da rotina, assim como o uso da plataforma oscilante/vibratória, podendo haver alterações na saturação de oxigênio, frequência cardíaca, pressão arterial e dores momentâneas, em momentos como: nas mãos durante avaliação da força através da utilização do dinamômetro, ou nas pernas na ocasião do uso da plataforma vibratória, sendo que em qualquer uma destas situações os procedimentos serão interrompidos e será garantida toda assistência médica, de enfermagem e fisioterapia necessárias. Os possíveis benefícios remetem-se a possibilidade de comprovar a eficácia do EVCI como forma de terapia durante a reabilitação dos pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca, e dessa forma acrescentá-la ao tratamento fisioterapêutico para que o paciente retorne o mais rápido possível as suas funções basais.

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227

Bairro: CENTRO

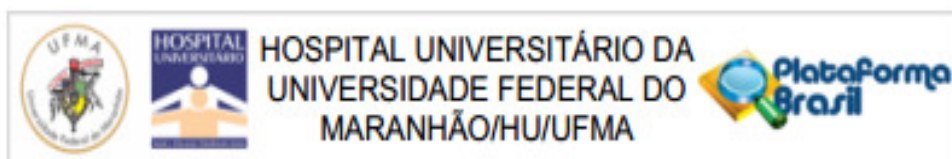
CEP: 65.020-070

UF: MA

Município: SÃO LUIS

Telefone: (98)2109-1250

E-mail: cep@huufma.br



Continuação do Parecer: 1.554.207

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo relevante, pois pretende avaliar a segurança e viabilidade da utilização dos exercícios vibração de corpo inteiro na melhoria da força muscular respiratória e periférica, da função pulmonar, da capacidade funcional e da sensação dolorosa nos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Com os resultados serão fornecidas mais informações aos profissionais que prestam assistência aos pacientes, proporcionando um melhor seguimento no período pós-operatório.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo apresenta documentos referente aos "Termos de Apresentação Obrigatória": Folha de rosto, Declaração de compromisso em anexar os resultados na plataforma Brasil garantindo o sigilo, Orçamento financeiro detalhado, Cronograma com etapas detalhada, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, Autorização do Gestor responsável do local para a realização da coleta de dados e Projeto de Pesquisa Original na íntegra (em Word).

O protocolo apresenta ainda as declarações de anuência, declaração de responsabilidade financeira e termo de compromisso com a utilização dos dados resguardando o sigilo e a confidencialidade.

Recomendações:

Após o término da pesquisa o CEP-HUUFMA solicita que se possível os resultados do estudo sejam devolvidos aos participantes da pesquisa ou a instituição que autorizou a coleta de dados de forma anonimizada.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O PROTOCOLO atende aos requisitos fundamentais da Resolução CNS/MS nº 466/12 e suas complementares.

Considerações Finais a critério do CEP:

CONSIDERAÇÕES DO CEP PROTOCOLO APROVADO

O Comitê de Ética em Pesquisa-CEP-HUUFMA, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº.466/2012 e Norma Operacional nº. 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do projeto de pesquisa proposto.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser inseridas à plataforma encaminhada

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227

Bairro: CENTRO

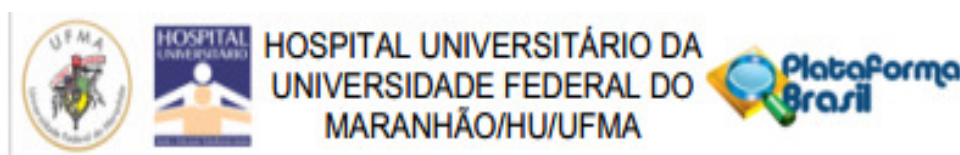
CEP: 65.020-070

UF: MA

Município: SAO LUIS

Telefone: (98)2109-1250

E-mail: cep@huufma.br



Continuação do Parecer: 1.554.307

ao CEP-HUUFMA de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. O pesquisador deve: desenvolver o projeto conforme delineado; elaborar e apresentar relatórios parciais e final; apresentar dados solicitados pelo CEP quando solicitado; e encaminhar os resultados para publicação sejam eles favoráveis ou não e justificar ao CEP caso haja interrupção do projeto

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_681728.pdf	05/04/2016 10:57:29		Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	05/04/2016 10:42:54	João Victor Silva Fortes	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoCEP.pdf	05/04/2016 09:28:01	João Victor Silva Fortes	Aceito
Outros	DeclaracaodeResponsabilidadeFinanceira.pdf	05/04/2016 09:27:20	João Victor Silva Fortes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termodeanuenciainstitucional.pdf	03/04/2016 07:05:01	DANIEL LAGO BORGES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPlataformaVibratoriaCOMIC.docx	02/04/2016 17:37:36	João Victor Silva Fortes	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	02/04/2016 14:32:21	João Victor Silva Fortes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/04/2016 14:28:02	João Victor Silva Fortes	Aceito
Outros	TermodeCompromissonaUtilizacaodosDadosDivulgacaoPublicacaodosResultadosdaPesquisa.pdf	02/04/2016 14:17:22	João Victor Silva Fortes	Aceito
Outros	TermodeCompromissocomHUUFMA nos CreditosdePublicacaoemPeriodicos e Eventos Científicos.pdf	02/04/2016 14:15:57	João Victor Silva Fortes	Aceito
Outros	TermodeAnuencia.pdf	02/04/2016 14:14:51	João Victor Silva Fortes	Aceito
Outros	CurriculosLattesJoaoVictorSilvaFortes.pdf	02/04/2016 14:12:43	João Victor Silva Fortes	Aceito
Outros	CurriculosLattesDanielLagoBorges.pdf	02/04/2016 14:10:58	João Victor Silva Fortes	Aceito

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227

Bairro: CENTRO

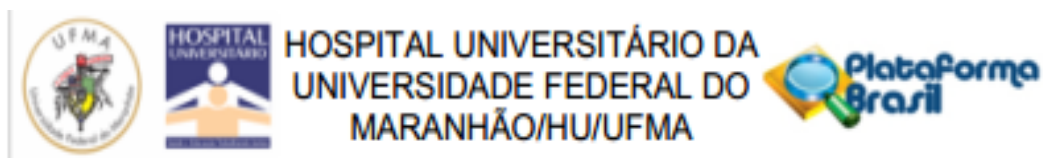
CEP: 65.020-070

UF: MA

Município: SÃO LUIS

Telefone: (98)2109-1250

E-mail: cep@huufma.br



Continuação do Parecer: 1.554.267

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO LUIS, 20 de Maio de 2016

Assinado por:

Rita da Graça Carvalho Frazão Corrêa
(Coordenador)

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227

Bairro: CENTRO

CEP: 65.020-070

UF: MA

Município: SAO LUIS

Telefone: (98)2109-1250

E-mail: cep@huufma.br

ANEXO B – TERMO DE OUTORGA.

	ESTADO DO MARANHÃO FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DO MARANHÃO TERMO DE OUTORGA E ACEITAÇÃO DE AUXÍLIO	Processo UNIVERSAL-00976/16
IDENTIFICAÇÃO DO OUTORGANTE		
NOME: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DO MARANHÃO (www.fapema.br)		
LEGISLAÇÃO: LEI COMPLEMENTAR Nº 060 DE 31 DE JANEIRO DE 2003.		
ENDEREÇO: Rua Perdizes, nº 05, Qd 37,		BAIRRO / CEP: Jardim Renascença / 65075-340
RESPONSÁVEL: Alex Oliveira de Souza		CARGO: DIRETOR-PRESIDENTE
IDENTIFICAÇÃO DO OUTORGADO		
NOME: DANIEL LAGO BORGES		
CPF: 915.213.783-04	IDENTIDADE: 0688447970	
BANCO Brasil	Nº AGÊNCIA: 4445-8	Nº CONTA: 26497-0
INSTITUIÇÃO: HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO		
DEPARTAMENTO: UTI CARDIOLÓGICA		
ENDEREÇO: RUA S, QUADRA 09, CASA 19	BAIRRO: PARQUE ATHENAS	CIDADE: SÃO LUÍS
CEP: 65.072-475	U.F.: MARANHÃO	FONE FIXO (98)3236-5598
ENDEREÇO ELETRÔNICO: dlagofisio83@hotmail.com		
IDENTIFICAÇÃO DO AUXÍLIO		
SOLICITAÇÃO: UNIVERSAL-00976/16		VIGÊNCIA: 01/11/2016 a 01/11/2018
MODALIDADE: UNIVERSAL - APOIO A PROJETO DE PESQUISA - UNIVERSAL		EDITAL: EDITAL FAPEMA Nº 40/2015 UNIVERSAL
TÍTULO DO PROJETO: UTILIZAÇÃO DE VIBRAÇÃO MECÂNICA GERADA EM PLATAFORMA OSCILANTE/VIBRATÓRIA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA		
ÁREA / SUBÁREA : Ciências da Saúde / FISIOTERAPIA		
VALOR DO AUXÍLIO A SER PAGO		
DATA LIMITE - RELATÓRIO TÉCNICO / PRESTAÇÃO DE CONTAS	NÚMERO DE PARCELA(S)	VALOR TOTAL
01/12/2018	02	R\$ 10.781,49

TERMO: 013678/2016

CLÁUSULAS

- Cláusula 01** - O auxílio será concedido conforme condições estabelecidas pela FAPEMA.
- Cláusula 02** - Para efeito deste Termo, a FAPEMA será doravante denominada OUTORGANTE e o beneficiado, OUTORGADO.
- Cláusula 03** - O auxílio, em hipótese alguma, poderá ser destinado para fins diversos dos especificados neste Termo.
- Cláusula 04** - O OUTORGADO declara conhecer integralmente as regras, condições e exigências estabelecidas no Edital nº 41/2015, comprometendo-se ainda a cumprir as exigências descritas no documento citado.
- Cláusula 05** - O OUTORGADO é o único responsável pela elaboração da prestação de contas do auxílio percebido.
- Cláusula 06** - O OUTORGADO obriga-se a apresentar a OUTORGANTE a prestação de contas no prazo de 30 (trinta) dias após o término da concessão do benefício, conforme as normas contidas no Manual de Prestação de Contas da FAPEMA, disponível no portal (www.fapema.br).
- Cláusula 07** - A não apresentação das prestações de contas e demais documentos pertinentes nos prazos estabelecidos ensejará a devolução dos recursos já percebidos, ficando o OUTORGADO impedido de receber novos benefícios de qualquer natureza junto a OUTORGANTE.
- Cláusula 08** - É proibido ao OUTORGADO efetuar quaisquer despesas fora da vigência avençada no presente Termo.
- Cláusula 09** - O OUTORGADO obriga-se a comunicar, por escrito, à OUTORGANTE, qualquer interrupção das atividades concernentes ao projeto, tais como, mudança de endereço, licença para tratamento de saúde, maternidade, paternidade, etc, no prazo de 5 (cinco) dias antecedentes ao afastamento.
- Cláusula 10** - O OUTORGADO cede, desde logo, seus direitos autorais para acesso livre, por meio de repositórios institucionais ou eletronicamente em caso de livros digitais, respeitado o preconizado na Lei nº. 9.610/98 (Lei dos Direitos Autorais).
- Cláusula 11** - O OUTORGADO declara zelar pela adequada proteção dos direitos de propriedade intelectual que possam resultar do projeto apoiado pela OUTORGANTE.
- Cláusula 12** - O OUTORGADO obriga-se a fazer referência ao apoio da OUTORGANTE em todas as formas de divulgação que resultem, total ou parcialmente, de auxílio objeto desse Termo de Outorga, utilizando a logomarca da FAPEMA, de forma adequada e se responsabilizando, ainda, a disponibilizar o mínimo de 20% da tiragem apoiada pela OUTORGANTE para instituições de ensino, pesquisa e/ou bibliotecas públicas.
- Cláusula 13** - O OUTORGADO aceitará qualquer fiscalização que a FAPEMA julgar conveniente proceder.
- Cláusula 14** - O OUTORGADO na aquisição de materiais permanentes móveis, tais como notebooks; tablets, mas não se limitando a esses, deverá contratar seguro específico do bem sob sua guarda e responsabilidade, até que seja efetuada a doação ou cessão de uso à Instituição. Não fazendo o seguro o Outorgado arcará com a restituição financeira à FAPEMA no caso de sinistro (roubo, furto e perda).
- Cláusula 15** - A OUTORGANTE poderá, a qualquer tempo e a seu exclusivo critério, cancelar ou suspender o auxílio sem que disso resulte direito algum à reclamação ou à indenização para o OUTORGADO.
- Cláusula 16** - Integra o presente Termo, independentemente de sua transcrição no presente documento, o Edital a que se submete o OUTORGADO e o Manual de Prestação de Contas da FAPEMA.
- Cláusula 17** - O presente Termo não cria e não envolve nenhuma espécie de relação empregatícia entre o OUTORGADO e a OUTORGANTE.
- Cláusula 18** - O OUTORGADO declara que aceita, sem restrições, o auxílio como está deferido e se responsabiliza pelo fiel cumprimento do presente Termo e do Edital citado, em todas as suas especificações, cláusulas e condições, sob pena, de assim não fazê-lo, devolver os recursos oriundos deste benefício à OUTORGANTE.
- Cláusula 19** - Fica eleito o foro de São Luís/MA para dirimir questões oriundas do presente ajuste, com renúncia expressa de qualquer outro, por mais privilegiado que seja.
- Cláusula 20** - O presente Termo retroage seus efeitos a data de início da vigência.

LOCAL, DATA E ASSINATURA

São Luís (MA), Data: 01 de Novembro de 2016

OUTORGADO

Alex Oliveira de Souza
DIRETOR PRESIDENTE FAPEMA
OUTORGANTE

TERMO: 013678/2016

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE - MESTRADO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado, como voluntário, para participar da pesquisa **“UTILIZAÇÃO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA GERADA EM PLATAFORMA OSCILANTE/VIBRATÓRIA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA”**. Você foi selecionado, pois irá submeter-se em breve à cirurgia cardíaca e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, o (a) senhor (a) poderá desistir de participar e retirar seu consentimento, sem que para isto sofra qualquer penalidade ou prejuízo na continuidade do seu acompanhamento. O objetivo principal deste estudo é investigar os efeitos da vibração mecânica, utilizando a plataforma vibratória, em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, observando os efeitos na força dos músculos da respiração, dos braços e das pernas e na sensação de dor. A plataforma vibratória, é um aparelho que possui motores e ao serem ligados, provocam uma vibração que vai para frente, para trás, e de um lado para o outro, tudo isso em uma velocidade entre 30 e 50 vezes por segundo, o que exige um pouco de esforço para que mantenha o corpo em equilíbrio. Caso você aceite a participar da pesquisa, ela acontecerá da seguinte forma: você será posicionado em bipedestação com o joelho realizando um semiflexão de 15º com as mãos apoiadas na plataforma, ou em sedestação em uma cadeira com as mãos apoiadas nos joelhos e com os pés apoiados na base da plataforma.

Os riscos desta pesquisa estão relacionados com a avaliação, aos atendimentos fisioterapêuticos da rotina, assim como o uso da plataforma vibratória, podendo haver alterações na saturação de oxigênio, nos batimentos do coração, pressão arterial e dores, nas mãos durante avaliação da força dos músculos ou nas pernas durante o uso da plataforma vibratória, sendo que em qualquer uma destas situações os procedimentos serão interrompidos e será garantida toda assistência médica, de enfermagem e fisioterapia necessárias.

Os possíveis benefícios remetem-se a possibilidade de comprovar a eficácia da vibração mecânica como forma de terapia durante a reabilitação dos pacientes no pós operatório cirurgia cardíaca, e dessa forma acrescentá-la ao tratamento fisioterapêutico para que o paciente retorne o mais rápido possível as suas atividades do dia-a-dia.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, pois o instrumento para registro dos dados será identificado por números.

Este termo será impresso em duas vias que serão rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, por você, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela(s) pessoa(s) por ele delegada(s). Você receberá uma via onde consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal, do orientador e do Comitê de

Ética em Pesquisa, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Os Comitês de Ética em Pesquisa são colegiados interdisciplinares e independentes, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criados para garantir a proteção dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Em caso de concordância com as informações que lhe foram expostas e aceitação de sua participação na pesquisa rubrique todas as folhas e assine abaixo.

Sujeito da pesquisa

Pesquisador Responsável

Pesquisador Responsável:

João Vyctor Silva Fortes

Endereço: Hospital Universitário Presidente Dutra – Rua Barão de Itapary, 227, 2º andar – Centro – São Luís – Maranhão

Telefone para contato: (98) 2109-1285.

Orientador:

Prof. Dr. José Albuquerque de Figueiredo Neto

Endereço: Hospital Universitário Presidente Dutra – Rua Barão de Itapary, 227 – Centro – São Luís – Maranhão

Telefone para contato: (98) 2109-1285.

Comitê de Ética:

Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão.

Rua Barão de Itapary, 227, 4º andar – Centro – São Luís – Maranhão

Horário de funcionamento: 8 às 12h e 13:30 às 17h.

Telefone para contato: (98) 2109-1250.

APÊNDICE B - FICHA DE COLETA DE DADOS

Nº PRONTUÁRIO: _____		
Nº _____	CONTROLE: ()	INTERVENÇÃO: ()

Dados de Identificação				
Nome: _____				
Sexo: Masculino () Feminino ()		Idade: _____ anos	Escolaridade: _____	
Peso: _____ kg	Altura: _____ metros	IMC: _____	Circunferências: C: _____ Q: _____	ICQ: _____
Procedência: () Capital () Interior () Outro Estado		Profissão: _____		
Dominância: () Destro () Canhoto () Ambidestro				
Diagnóstico: _____ FE: _____				
Antecedentes Pessoais: () HAS () DM () Dislipidemia () Patologias Pulmonares () IAM () DRC () Arritmias () Sedentarismo () Tabagismo () Etilismo () Cirurgias Prévias () AVE				
InsCor: _____ () Baixo risco (0 a 3) () Médio risco (4 a 7) () Alto risco (≤ 8)				

ICQ: índice cintura-quadril; **Pontuação InsCor:** (3) Idade ≥ 70 anos ; (2) Feminino; (2) CRM + valvar; (2) Infarto < 90 dias; (3) Reoperação; (2) Tto VAO; (3) Tto VTric; (5) Creatinina > 2 mg/dl; (3) FE < 30%; (5) Eventos (BIA, choque cardiogênico, taquicardia ou FV, IOT, IRA, uso de drogas inotrópicas e massagem cardíaca).

INTRA E PÓS OPERATÓRIO

Cirurgia: _____

Primeira () Reabordagem ()	Data: / /	Hora: ____:____	Tempo de cirurgia: _____
-------------------------------------	---------------------	------------------------	---------------------------------

Tempo de CEC: _____	Tempo de anóxia: _____	Tempo de VM: _____
----------------------------	-------------------------------	---------------------------

Extubação: Data: / /	Hora: ____:____ P.O: _____	
--------------------------------	--	--

Complicações: **Respiratórias** () Hipoxemia () Atelectasia () DP () PNTx () Pneumomediastino () Enfisema subcutâneo () ReIOT () TQT () Desmame difícil **Cardiovasculares** () Hipotensão () Sangramento↑ () HAS () Bradicardia () Taquicardia () Arritmias () Tamponamento () PCR () Derrame Pericárdio **Neurológica** () AVE () Agitação () Delirium () Convulsão **Outras** () Dor () Acidose Metabólica () Lactato↑ () IRA () HDA () TGI () Infecção () Anemia () ReOp

Alta da UTI: _____ P.O: ____ Data: / /	Alta Hospitalar: _____ P.O: ____ Data: / /
--	--

Força Muscular Respiratória

	PRÉ-OPERATÓRIO		7º PO	
ESPIROMETRIA	CVF		CVF	
	VEF1		VEF1	
	VEF1/CVF		VEF1/CVF	
	PFE		PFE	
MANOVACUOMETRIA	PIMÁX		PIMÁX	
	PEMÁX		PEMÁX	
TIME UP AND GO	TEMPO		TEMPO	

<i>Força de preensão manual</i>								
AVALIAÇÃO	Mão dominante				Mão não-dominante			
	1^a	2^a	3^a	Média	1^a	2^a	3^a	Média
Pré-operatório								
7º PO								

APÊNDICE C – FICHA DE ATENDIMENTO DO GRUPO INTERVENÇÃO

DATA:

TURNO:

VARIÁVEIS/ TEMPOS	FC	PAS	PAD	FR	SPO₂	BORG	EVA
BASAL							
PÓS ATENDIMENTO							
5 minutos após							

EVENTOS: () PAS < 90 ou > 200 () Aumento FC 30 () SpO₂ < 85% () BORG > 3
 () EVA > 4 () Angina, síncope, câimbras