



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOUTORADO EM
CIÊNCIAS DA SAÚDE**

TELMA CRISTINA FONTES CERQUEIRA

**CAPACIDADE FUNCIONAL DE EXERCÍCIO EM
PACIENTES SUBMETIDOS À ELETROESTIMULAÇÃO
NEUROMUSCULAR NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA
CARDÍACA: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Aracaju, SE

2018

TELMA CRISTINA FONTES CERQUEIRA

**CAPACIDADE FUNCIONAL DE EXERCÍCIO EM
PACIENTES SUBMETIDOS À ELETROESTIMULAÇÃO
NEUROMUSCULAR NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA
CARDÍACA: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como pré-requisito para obtenção do título de Doutorado em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Valter Joviniano de Santana Filho
Co-orientador: Prof Dr. Manoel Luiz de Cerqueira Neto

Aracaju, SE

2018

TELMA CRISTINA FONTES CERQUEIRA

**CAPACIDADE FUNCIONAL DE EXERCÍCIO EM PACIENTES
SUBMETIDOS À ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NO
PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: UM ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Universidade Federal de Sergipe
como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em
Ciências da Saúde.

Aprovada em: ____/____/____

Orientador: Prof. Dr. Valter Joviniano de Santana Filho

1º Examinador: Prof. Dr. Richard Halti Cabral

2º Examinador: Prof. Dr. Walderi Monteiro da Silva Júnior

3º Examinador: Prof. Dr. Lucas de Assis Pereira Cacau

4º Examinador: Prof. Dr. Paulo Autran Leite Lima

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA BISAU
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

C416c Cerqueira, Telma Cristina Fontes
Capacidade funcional de exercício em pacientes submetidos à eletroestimulação neuromuscular no pós-operatório de cirurgia cardíaca: um ensaio clínico randomizado / Telma Cristina Fontes Cerqueira ; Orientador Valter Joviniano de Santana Filho ; Coorientador Manoel Luiz de Cerqueira Neto. – Aracaju, 2018.
103 f. : il.

Tese (doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Sergipe, 2018.

1. Eletroestimulação. 2. Cirurgia Cardíaca. 3. Reabilitação. 4. Deambulação. I. Santana Filho, Valter Joviniano de, orient. II. Cerqueira Neto, Manoel Luiz de, coorient. III. Título.

CDU 61

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada família.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu profundo agradecimento pela benção da vida e eterna proteção;

A meus príncipes, João Pedro e Rafael, frutos do amor mais forte e verdadeiro. Filhotes, perdão pelos momentos de ausência exigidos para minha formação no doutorado. A vocês que tanto me compreenderam e torceram para o término desta etapa, prometo ser mais de vocês daqui em diante;

Ao meu marido e co-orientador Manoel. Obrigada pelo seu amor, sua dedicação e por tanto me apoiar e acreditar que conseguiríamos, mesmo nos momentos de incerteza e desespero em que achei que seria incapaz de continuar. De braços dados, me deu forças para seguir em frente, enfrentando comigo mais este desafio. Esta vitória é nossa!

Aos meus pais, pelo amor incondicional, incentivo e dedicação à família, com os quais aprendo a cada dia e procuro me espelhar. Sei o quanto torceram para este momento de finalização chegar;

Aos meus irmãos, sogros, cunhados e sobrinhos, pelo carinho, incentivo e amizade, que estiveram sempre presentes na realização deste objetivo;

Ao Professor Dr. Valter Joviniano de Santana Filho, meu orientador, por acreditar e confiar na realização desta pesquisa, bem como pela tranquilidade e serenidade que sempre me passou;

A todos os membros do grupo de pesquisa LAPERF por compartilharem suas experiências e conhecimentos científicos;

A todos os meus alunos do grupo de pesquisa, bolsistas do PIBIC, FAPITEC, meus companheiros do dia-a-dia na realização desta pesquisa, meu profundo agradecimento. Sem vocês não teria sido possível a aplicação do protocolo e coleta de dados para podermos chegar até aqui.

Ao Dr. Lucas de Assis Pereira Cacau, que deu o pontapé inicial para a elaboração da idéia e planejamento desta pesquisa;

À Dra. Géssica Uruga pela valorosa contribuição na análise e interpretação dos dados;

A toda a equipe do Serviço de Cardiologia da Fundação de Beneficência Hospital de Cirurgia, em especial ao Dr José Teles de Mendonça que deu todo o apoio necessário para o desenvolvimento deste trabalho;

À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe - FAPITEC/SE, pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa;

Ao Departamento de Fisioterapia do Campus São Cristóvão da UFS, que disponibilizou os eletroestimuladores para a aplicação do protocolo;

Aos professores componentes da banca de qualificação pelas correções e sugestões realizadas;
Ao núcleo de pós-graduação em Ciências da Saúde pela oportunidade que me proporcionou de crescimento profissional e pessoal;

A todos os professores, que fizeram dos seus conhecimentos os meus conhecimentos;

Aos amigos e colegas da Universidade Federal de Sergipe, campus Lagarto, que diversas vezes se dispuseram a me auxiliar e compreenderam minha ausência especialmente no término desta jornada;

Aos pacientes que no seu momento de dor e sofrimento, ofereceram suas vidas em nossas mãos;

A todas as pessoas, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

EPÍGRAFE

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor; mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes. (Marthin Luther King)

RESUMO

Capacidade funcional de exercício em pacientes submetidos à eletroestimulação neuromuscular no pós-operatório de cirurgia cardíaca: um ensaio clínico randomizado. Telma Cristina Fontes Cerqueira, Aracaju –SE, 2018.

Introdução: A eletroestimulação neuromuscular (EENM) se apresenta como um potencial recurso a ser utilizado no pós-operatório de cirurgia cardíaca com o objetivo de evitar o declínio de mobilidade funcional, que muitas vezes ocorre mesmo durante um curto período de internamento na Unidade de Terapia Intensiva. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da EENM na capacidade funcional de exercício de pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. **Metodologia:** Neste ensaio clínico randomizado, pacientes adultos, em pré-operatório de revascularização do miocárdio e implante de bioprótese valvar foram alocados em dois grupos: Grupo Controle, submetido aos cuidados usuais da fisioterapia; e Grupo Experimental, em que foi adicionada a aplicação da EENM, com a corrente FES (Functional Electrical Stimulation) no reto femoral e gastrocnêmio lateral bilateralmente, por 60 minutos em até 10 sessões durante a hospitalização. O desfecho primário foi a distância percorrida, avaliada através do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6) no 5º dia pós-operatório (PO). Os desfechos secundários foram velocidade da marcha; lactimetria pré e após esforço; força muscular, avaliada a partir da dinamometria de extensão de joelho, escala do Medical Research Council (MRC) e preensão palmar; atividade eletromiográfica do músculo reto femoral; medida de independência funcional (MIF); e qualidade de vida através do Perfil de Saúde de Nottingham (PSN), avaliados no pré e pós-operatório. Para estatística foi utilizada o programa SPSS. Foi aplicado o teste *t de Student*, exato de Fisher, ANOVA e calculado o tamanho do efeito. Valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. **Resultados:** Foram incluídos na análise 45 pacientes, 23 pertencentes ao grupo EENM e 22 ao grupo controle. A EENM não teve efeito sobre a distância percorrida (95% IC, -83,51 a 52,79, $p=0,080$) no 5PO, nem mesmo sob velocidade de marcha no T10, força muscular, lactimetria, atividade eletromiográfica, independência funcional e qualidade de vida. O grupo EENM, porém, apresentou manutenção da força para extensão de joelho, da atividade eletromiográfica, força muscular global a partir do MRC e do lactato sanguíneo após o esforço quando comparado ao repouso, diferente do grupo controle. Houve queda da preensão palmar, independência funcional e do domínio habilidades físicas do PSN, sem retorno aos valores basais no 5PO, exceto para habilidades físicas no grupo EENM que apresentou retorno aos valores pré-operatórios. **Conclusão:** O uso da EENM não demonstrou efeito sobre a capacidade funcional de exercício de pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca, porém foi associada à preservação de força muscular, recrutamento das unidades motoras do reto femoral e do lactato sanguíneo ao esforço.

Palavras-chaves: Eletroestimulação; Cirurgia Cardíaca; Reabilitação; Deambulação.

Registro do ensaio clínico: ReBEC n RBR-8vkw87. Submetido em 14 de setembro de 2015; aceito em 5 de julho de 2016.

ABSTRACT

Functional exercise capacity in patients undergoing neuromuscular electrical stimulation after cardiac surgery: a randomised clinical trial. Telma Cristina Fontes Cerqueira, Aracaju –SE, 2018.

Background: The Neuromuscular electrical stimulation (NMES) is a potential resource to be applied to patients in the immediate postoperative period of cardiothoracic surgery in order to avoid functional loss, which often occurs even during a short period of hospitalization in the Intensive Care Unit. **Objective:** To investigate the effects of NMES on functional exercise capacity in cardiac surgery patients in the immediate postoperative period. **Methods:** In this randomised, controlled, adult patients in the preoperative period of coronary artery bypass grafting and cardiac valve replacement were randomly assigned to two groups: a control group, subjected to the usual care of physical therapy, or intervention group, who underwent NMES in the rectus femoris and gastrocnemius, bilaterally, for 60 minutes, for up to 10 sessions. The primary outcome was distance walked, assessed through the Six-Minute Walk Test at postoperative day 5. Secondary outcomes were walking speed; blood lactate after effort; muscle strength, assessed through the extensor isometric strength, handgrip strength and Medical Research Council scale; electrical muscle activity of the rectus femoris; functional independence measure and quality of life, assessed through the Nottingham Health Profile, at baseline (preoperative) and postoperative period. Statistical analyses were performed with SPSS. The chi-square test, t-test, the analysis of variance and the effect size calculation were performed. **Results:** The analysis included 45 patients, 23 in the NMES group and 22 in the control. There was no statistically significant difference between groups on distance walked (95% IC, -83,51 to 52,79, $p=0,080$), or walking speed, muscular strength, electrical muscle activity, functional independence and quality of life. However, patients in the NMES group preserve the extensor strength, the electrical muscle activity, muscle strength assessed through Medical Research Council and blood lactate after the effort when compared to the rest. There was a decrease in handgrip strength, functional independence and decline in mobility assessed through PSN, with no return to baseline values in 5PO, except for mobility in the NMES group, which presented a return to preoperative values. **Conclusion:** The use of NMES has no effect on functional exercise capacity in the cardiac surgery patients in the immediate postoperative period, but was associated with preservation of muscle strength, recruitment of rectus femoris motor units, and blood lactate after effort.

Keywords: Electric stimulation therapy; thoracic surgery; rehabilitation; ambulation.

Trial Registration: ReBEC n RBR-8vkw87. Submitted on September 14, 2015; accepted on July 5, 2016.

LISTA DE TABELAS

Tabela	1.	Características	basais	dos	3
participantes.....					7
Tabela 2. Capacidade de Deambulação em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Teste de Caminhada de 6 minutos e Teste de Velocidade da Marcha					3
					9
Tabela 3. Lactato Sanguíneo repouso e após esforço no 5º dia de pós-operatório em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Lactimetria capilar.....					4
					0
Tabela 4. Força muscular em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Dinamometria isométrica para extensão de joelho.....					4
					1
Tabela 5. Força Muscular em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Medical Research Council.....					4
					2
Tabela 6. Força Muscular em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Prensão Palmar.....					4
...					4
Tabela 7. Atividade Eletromiográfica do Reto Femoral em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: <i>Root Mean Square</i>					4
					5
Tabela 8. Atividade Eletromiográfica do Reto Femoral em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Frequência Mediana.....					4
					6
Tabela 9. Independência funcional em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Escore da Medida de Independência Funcional.....					4
					7
Tabela 10. Qualidade de Vida em ambos os grupos Eletroestimulação e Controle: Perfil de Saúde de Nottingham.....					4
					9

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxograma de coleta de variáveis de pesquisa.....	23
Figura 2.	Cadeira extensora, célula de carga e sistema de transmissão de sinais para realização da avaliação de força isométrica para extensão de joelho.....	28
Figura 3.	Procedimento para realização de eletromiografia de superfície do reto femoral.	30
Figura 4.	Técnica de utilização de mapas.....	31
Figura 5.	Fluxograma dos participantes no estudo.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS

AVD's: atividades de vida diária

EENM: Eletroestimulação Neuromuscular

EMG: Eletromiografia de Superfície

FM: frequência mediana

MIF: Questionário de Medida de Independência Funcional

MRC: escore do Medical Research Council

OMS: Organização Mundial da Saúde

PO: pós-operatório

PSN: Perfil de Saúde de Nottingham

RCV: reabilitação cardiovascular

RMS: root mean square

TC6: teste de caminhada de 6 minutos

T10: teste de velocidade da marcha

UTI: Unidade de Terapia Intensiva

VM: ventilação mecânica

µs: microssegundos

3PO: 3º dia de pós-operatório

5PO: 5º dia de pós-operatório

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 Cirurgia Cardíaca.....	12
3.2 Reabilitação Cardiovascular	14
3.3 Eletroestimulação Neuromuscular.....	16
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 Delineamento.....	22
4.2 Randomização.....	23
4.3 Cegamento.....	23
4.4 Participantes.....	24
4.5 Tamanho da Amostra.....	24
4.6 Local.....	25
4.7 Procedimentos.....	25
4.7.1 Grupos Controle.....	25
4.7.2 Grupos Intervenção.....	25
4.8 Variáveis.....	26
4.8.1 Teste de Caminhada de 6 Minutos	26
4.8.2 Teste de Velocidade da Marcha	27
4.8.3 Lactimetria.....	28
4.8.4 Força Muscular.....	28
4.8.5 Eletromiografia de superfície.....	30
4.8.6 Medida de Independência Funcional.....	32

4.8.7 Perfil de Saúde de Nottingham.....	32
4.9 Análise estatística.....	32
4.10 Aspectos Éticos.....	33
5. RESULTADOS.....	35
5.1 Fluxo dos participantes	35
5.2 Conformidade com a intervenção.....	38
5.3 Testes de Deambulação.....	39
5.4 Lactimetria.....	39
5.5 Força Muscular.....	40
5.6. Eletromiografia de superfície.....	45
5.7 Medida de Independência Funcional	46
5.8 Perfil de Saúde de Nottingham.....	48
6. DISCUSSÃO.....	50
6.1 Conformidade com a intervenção.....	50
6.2 Testes de Deambulação.....	51
6.3 Lactimetria.....	53
6.4 Força muscular.....	55
6.5 Atividade eletromiográfica.....	60
6.6 Independência funcional.....	64
6.7 Qualidade de vida.....	66
6.8 Limitações.....	67
7. CONCLUSÃO.....	68
8. REFERÊNCIAS.....	69
ANEXOS E APÊNDICES.....	87

1 INTRODUÇÃO

Cardiopatas têm uma tendência a apresentar um declínio no desempenho de suas atividades de vida diária (AVD's) devido a uma redução da sua condição aeróbia e fraqueza muscular (SAVAGE et al, 2011). Estas condições são agravadas quando estes pacientes são submetidos a procedimentos cirúrgicos, que apesar de ser uma opção eficaz, aumentando a expectativa de vida em pacientes selecionados, podem promover declínio funcional e reduzida capacidade funcional de exercício no pós-operatório imediato (KILLEWICH, 2006; HIRSCHHORN et al, 2008; SANTOS et al, 2014).

Estudos anteriores têm demonstrado que até mesmo pacientes submetidos a cirurgias cardíacas eletivas de alto risco, com bom resultado clínico e curta permanência na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), comumente apresentam prejuízo na força muscular. Este déficit ocorre como resultado do desequilíbrio entre os marcadores de atrofia e hipertrofia muscular, com perda de massa muscular, bem como, anormalidades eletrofisiológicas, com menor habilidade do sistema nervoso em recrutar estes músculos apropriadamente (BLOCH et al, 2013; MORITANI, 1993; ALI et al., 2008).

A proteólise muscular notavelmente acelera dentro de 48 horas após a cirurgia cardiovascular, pelo aumento do catabolismo proteico (IIDA et al, 2014). E, a inatividade física no pós operatório, até mesmo de curta duração, também estimula este gasto muscular provocando prejuízos relacionados ao recrutamento de unidades motoras para participar da contração. A lentificação da síntese proteica, aceleração da degradação proteica e apoptose de mionúcleos dentro das fibras levam à redução de força e declínio funcional, podendo comprometer a qualidade de vida (IWATSU et al, 2015; CHAMBER, MOYLAN, REID, 2009).

Neste contexto, mobilização precoce e o exercício físico são considerados componentes fundamentais na reabilitação de pacientes cirúrgicos cardiovasculares (SANTOS et al, 2014; RIEDI et al, 2010). Porém, em um pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, os pacientes com frequência apresentam dificuldades para produzir contrações musculares suficientes. Isso ocorre devido à instabilidade hemodinâmica e restrições à mobilização advindas do procedimento cirúrgico, uso de ventilação mecânica (VM), drogas vasoativas, uso de sedativos

e analgésicos, bem como a presença, muitas vezes, de drenos torácicos e mediastinais, além de catéteres central e periférico (SANTOS et al, 2017).

Com isso, dentre os vários recursos fisioterapêuticos, a Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) aparece como uma opção à mobilização podendo ser uma ferramenta promissora na reabilitação cardiovascular, por promover atividade muscular sem esforços voluntários do paciente, mesmo imediatamente após a cirurgia cardíaca, com menor risco hemodinâmico (SMART; DIEBERG; GIALLAURIA, 2013; DOBSAK et al, 2012; IWATSU et al., 2015), apesar da escassez de estudos para esta população específica. Por esta razão, inclusive, foi realizado previamente um estudo piloto que demonstrou a segurança da aplicação deste recurso nesta população, através da observação da resposta hemodinâmica e respiratória à aplicação da EENM, sendo este primeiro artigo submetido à revista científica (anexo 1).

A EENM é um método não invasivo que promove contração muscular através de um pulso de corrente elétrica (LEE et al., 2012; RODRIGUEZ et al., 2012), mantendo a função do músculo esquelético (WILLIAMS; FLYNN, 2014). Poderia, portanto, reverter a deterioração muscular em pacientes no pós operatório de cirurgia cardíaca, devolvendo mais precocemente a sua capacidade funcional, um aspecto relevante na recuperação da cirurgia cardíaca. Permitindo, com isso, uma maior autonomia, baixa dependência para realizar as AVD's no pós-alta, além de reduzir o risco de reinternação associada a morbidade física e não física (SANTOS et al., 2017).

Em pacientes com insuficiência cardíaca, estudos mostram a influência da EENM melhorando o consumo máximo de oxigênio (QUITAN et al., 1999), tolerância à fadiga e capacidade de deambulação (ARAÚJO et al., 2012; SBRUZZI et al., 2010), bem como proporcionando aumento na qualidade de vida desses pacientes (SMART et al., 2013, SILLEN et al., 2009; GOMES NETO et al., 2016).

Entre pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca, porém ainda são escassos os estudos que mostrem os efeitos da EENM. Um segundo artigo submetido à publicação nesta linha de pesquisa (anexo 2), mostrou os efeitos da EENM especificamente em pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia de troca valvar porém com variáveis menos objetivas. Até o momento, dois ensaios clínicos publicados mostraram os efeitos da EENM no pós-operatório cardíaco, sendo que um deles teve como público alvo pacientes críticos com maior tempo

médio de permanência na UTI, e mostrou que a EENM foi associada a uma recuperação mais rápida da força muscular (FISCHER et al., 2016). E, um segundo artigo mostrou os efeitos da EENM na prevenção da degradação da proteína muscular e fraqueza muscular (IWATSU et al., 2017). Estes dados provêm uma razão para aplicação da EENM nos programas de reabilitação cardíaca pós-operatória hospitalar, sendo necessário porém outros estudos que possam avaliar diferentes aspectos funcionais e variáveis mais específicas dos efeitos da EENM na população de pacientes no pós operatório de cirurgia cardíaca rotineiro e com baixo tempo de permanência na UTI.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Investigar o efeito da Eletroestimulação neuromuscular (EENM) na capacidade funcional de exercício de pacientes no pós-operatório regular de cirurgia cardíaca.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito da EENM
 - na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos;
 - na velocidade da marcha;
 - na resposta do lactato sanguíneo ao esforço;
 - na força muscular isométrica para extensão de joelho, força muscular global, força de preensão palmar, e a variação do tempo para estas variáveis entre o pré e pós-operatório;
 - na atividade eletromiográfica do reto femoral e sua variação entre o pré e pós-operatório;
 - na independência funcional bem como sua variação entre o pré e pós-operatório;
 - na qualidade de vida, bem como a variação do tempo na percepção do seu estado, entre o pré e pós-operatório.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cirurgia Cardíaca e Complicações

A doença cardiovascular é a causa mais comum de mortalidade e hospitalização no mundo ocidental. Em todo mundo, em 2013, 17 milhões de mortes foram atribuídas à doença cardiovascular, sendo a maioria delas devido à cardiopatia isquêmica (ROTH et al., 2015). A incidência de óbito por doenças cardiovasculares e circulatórias aumentou um terço entre 1990 e 2010, e deverá aumentar a incapacidade ajustada para anos de vida de 85 milhões de pacientes para 150 milhões no mundo todo até 2020, levando a uma notável queda da produtividade global segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (MAHMOOD et al., 2014).

No Brasil, as doenças cardiovasculares são as principais causas de morte, responsáveis por cerca de 28% do total de óbitos entre 2010-2015, atingindo 38% dos óbitos na faixa etária produtiva (18-65 anos) (SIQUEIRA et al., 2017). Quando comparados aos países que integram o estudo MONICA da OMS, a mortalidade no Brasil está entre as mais altas do mundo (MANSUR; FAVARATO, 2012).

A cirurgia cardíaca tem proporcionado avanço nos resultados do tratamento das doenças cardiovasculares, sendo realizada quando a probabilidade de uma vida útil é maior com o tratamento cirúrgico do que com o tratamento clínico. Há três tipos de cirurgia: as corretoras (fechamento de canal arterial, defeito de septo atrial e ventricular), as reconstrutoras (revascularização do miocárdio, plastia de valva aórtica, mitral ou tricúspide) e as substitutivas (trocas valvares e transplantes), que buscam garantir alívio dos sintomas, melhorar o funcionamento cardíaco, prevenir infartos do miocárdio e recuperar a condição física, psíquica e social do paciente (GIACOMAZZI; LAGNI; MONTEIRO, 2006; LANDONI; ZANGRILLO; CABRINI, 2012).

A cirurgia de revascularização do miocárdio, iniciada há aproximadamente 50 anos, é um procedimento em evolução contínua, sendo a cirurgia mais bem estudada no repertório cirúrgico, representando um importante setor da economia da saúde (JONES, 2017). No Brasil, dentre as várias cirurgias cardíacas realizadas pelo SUS, a mais freqüente é a revascularização miocárdica, realizada em hospitais públicos e privados em todo o país (SILVA et al., 2017). Tem como objetivo a correção da isquemia miocárdica consequente à obstrução das artérias

coronárias, procurando-se o alívio dos sintomas, especialmente a angina, a melhora da qualidade de vida, o retorno do paciente à função laboral e o aumento da expectativa de vida (BOTEGA et al., 2010; CABRINI et al., 2013; PEGO-FERNANDES; GAIOTTO; GUIMARÃES-FERNANDES, 2008).

Outra patologia cardiovascular frequente é a doença cardíaca valvular que afeta mais de 100 milhões de pacientes em todo o mundo, e que aumentará ainda mais com o envelhecimento da população e aumento subsequente da doença valvar degenerativa (YOON, 2017). No Brasil, representa uma parcela significativa de internação hospitalar e diferentemente de países mais desenvolvidos, a febre reumática é a principal etiologia das valvopatias, responsável por até 70% dos casos (MANSUR; FAVAROTO, 2012).

Apesar das significativas melhorias nas técnicas cirúrgicas e da cirurgia cardíaca ser uma opção eficaz, proporcionando aumento da expectativa e qualidade de vida em pacientes selecionados, ela pode levar o indivíduo a uma série de complicações clínicas e funcionais peri e pós-operatórias. A disfunção respiratória é a complicação mais comum, contribuindo diretamente para o aumento da morbidade e mortalidade, do tempo de hospitalização, do uso de recursos e do tempo de retorno à vida produtiva (ARCÊNCIO et al., 2008; LANDONI; ZANGRILLO; CABRINI, 2012).

Este quadro de redução da capacidade cardiorrespiratória, que também é influenciada negativamente pela inatividade física pós-operatória, devido ao maior tempo de repouso ao leito, gera também perda de força muscular e descondicionamento (BÜNDCHEN et al., 2014; ESQUINAS et al., 2015).

Em relação a este aspecto, estudos relacionam a perda de força muscular ao estresse cirúrgico e à sedação pós-operatória (FISCHER et al., 2016). Alguns autores mostram inclusive que a proteólise muscular notavelmente acelera dentro de 48 horas após a cirurgia cardiovascular pelo aumento do catabolismo proteico muscular (IIDA et al., 2014). E, a inatividade física no pós-operatório também estimula esta perda muscular, pela lentificação da síntese proteica, aceleração da degradação proteica e apoptose de mionúcleos dentro das fibras, além de provocar prejuízos neurais na ativação muscular. Com isso, os pacientes geralmente apresentem descondicionamento físico, atrofia, fraqueza muscular e menor capacidade aeróbia

máxima podendo comprometer a qualidade de vida (IWATSU et al, 2015; CHAMBER; MOYLAN; REID, 2009).

Além disso, o imobilismo, muitas vezes, já inicia antes do paciente ser admitido no hospital, decorrente da própria condição clínica que já dita uma maior necessidade de repouso que o habitual (CHIUMELLO; CHEVALLARD; GREGORETTI, 2011; COIMBRA et al., 2007). A dor pós-operatória e disfunção cognitiva também são considerados importantes aspectos para se avaliar o prejuízo físico dos pacientes, podendo influenciar a capacidade de movimentar-se adequadamente, podendo persistir após a alta, dificultando o processo de reabilitação (GIACOMAZZI; LAGNI; MONTEIRO, 2006).

Enfim, a cirurgia cardíaca é um procedimento complexo, com numerosas oportunidades de complicações, impactando sobre as capacidades ligadas às funções humanas e o retorno do paciente à sua vida ativa (BASER et al., 2013). Dessa forma, a mobilização precoce e o exercício físico têm sido considerados componentes fundamentais na reabilitação de pacientes cirúrgicos cardiovasculares (SANTOS et al., 2017), tornando-se indispensável a inserção do paciente em pós operatório, em um programa de reabilitação cardíaca, vistos os benefícios advindos do mesmo em relação a sua melhora funcional (CLARK et al., 2012; HAYKOWSKY et al., 2011).

3.2 Reabilitação Cardiovascular

De acordo com a OMS, a reabilitação cardiovascular (RCV) é: “o conjunto de atividades necessárias para assegurar às pessoas com doenças cardiovasculares condição física, mental e social ótima, que lhes permita ocupar pelos seus próprios meios um lugar tão normal quanto seja possível na sociedade” (HERDY et al., 2014).

Nas últimas quatro décadas tem se reconhecido a RCV como parte integrante no cuidado dos pacientes com doença cardiovascular, sendo o exercício físico a terapia identificada como o elemento central. Embora o treinamento com exercício continue sendo uma intervenção fundamental, diretrizes internacionais recomendam fortemente que a reabilitação seja abrangente, incluindo educação e psicologia focada na saúde e no comportamento com mudança no estilo de vida, modificação de fatores de risco e bem-estar psicossocial (BALADY et al, 2011; SMITH et al., 2011; PERK et al., 2012).

Uma recente revisão sistemática e metanálise sobre a RCV baseada em exercícios em pacientes com doença coronariana cardíaca, mostrou que a mesma reduziu a mortalidade e hospitalização além dos custos associados de cuidados de saúde, promovendo melhorias na qualidade de vida dos pacientes. Reforçando-se portanto a recomendação de Classe I das atuais diretrizes clínicas internacionais de que a RCV deve ser oferecida aos pacientes com doença cardiovascular (ANDERSON et al., 2016).

Os pacientes elegíveis para RCV em um contexto de prevenção secundária são aqueles que apresentaram pelo menos um dos seguintes quadros cardiovasculares no último ano: infarto agudo do miocárdio / síndrome coronariana aguda; cirurgia de revascularização miocárdica; angioplastia coronária; angina estável; reparação ou troca valvular; transplante cardíaco ou cardiopulmonar; insuficiência cardíaca crônica; doença vascular periférica; doença coronária assintomática e pacientes com alto risco de doença cardiovascular (BALADY et al., 2007; LA ROVERE et al., 2015).

A fase I da RCV (fase hospitalar), a parte inicial do programa de reabilitação, é comumente realizada após a cirurgia cardíaca em muitos países, com resultados satisfatórios (SEO et al., 2017). Usualmente, dura de 7 a 10 dias e tem como objetivos evitar os efeitos negativos do repouso prolongado no leito, evitar fenômenos tromboembólicos e posturas antálgicas, estimular o retorno precoce às atividades físicas cotidianas, restaurar a capacidade funcional, retomar a confiança do paciente, diminuir o impacto psicológico, evitar complicações pulmonares, maximizar a oportunidade de alta precoce, melhorando a qualidade de vida e capacidade de exercício, bem como redução da morbidade (GOSSELINK et al., 2008; HAYKOWSKY et al., 2011; CACAU et al., 2013).

A fisioterapia é peça fundamental nos programas de RCV e indispensável no período pós operatório de cirurgia cardíaca, agindo desde a avaliação, para retirada precoce da VM utilizando técnicas de desmame ventilatório e auxílio na manutenção do paciente em ventilação espontânea após a extubação. A fisioterapia atua também na prevenção de complicações pulmonares, minimizando a retenção de secreções traqueobrônquicas, melhorando a oxigenação e re-expandindo áreas pulmonares atelectasiadas, restaurando a função respiratória e a capacidade funcional dos pacientes (CLINI; AMBROSINO, 2005; HESS, 2012; MENDEZ-TELLEZ; NEEDHAM, 2012; YEE et al., 2011; FILBAY; HAYES; HOLLAND, 2012).

Em relação a esse aspecto, a recuperação da capacidade funcional dos pacientes no período pós-operatório de cirurgia cardíaca é um dos aspectos essenciais da reabilitação (BORGES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2014). Pacientes no pós-operatório cardíaco que se mobilizam com mais frequência e por um período maior do que os seus homólogos, atingem marcos funcionais mais rapidamente, com maior capacidade de marcha na alta hospitalar e maiores níveis de satisfação com seu tratamento (HIRSCHHORN et al, 2008; VAN DER PEIJ et al, 2004).

O pós-operatório imediato da cirurgia cardíaca acontece nos centros de terapia intensiva e, nesse período, o enfoque maior do cuidado está relacionado à recuperação da anestesia e à estabilidade hemodinâmica, sendo este o momento de maior perda funcional em que esses pacientes estão sujeitos a restrições importantes à mobilização e apresentam proteólise muscular (CAENEGEM; JACQUET; GOENEN, 2002; IIDA et al, 2014).

A fraqueza muscular é comum em UTI devido ao repouso e ao desuso da musculatura e a fisioterapia precoce aplicada aos pacientes durante os primeiros dias de internação na UTI tem melhorado o estado funcional. Neste contexto, surge a EENM como um complemento terapêutico útil em programas de reabilitação de pacientes com doenças cardíacas, para facilitar mudanças na ação e desempenho muscular (DOUCET; LAM; GRIFFIN et al., 2012; RODRIGUEZ et al., 2012).

4.3 Eletroestimulação Neuromuscular

A perda de força muscular é um dos problemas mais comuns vivenciados por pacientes críticos. Um estudo evidenciou por meio do ultra-som, que a perda de massa muscular em pacientes internados em UTI é consideravelmente maior do que em todas as outras populações de pacientes, especialmente nas primeiras 2-3 semanas (GRUTHER et al., 2010). A primeira semana de imobilização na UTI leva a uma redução de 13% na área seccional do quadríceps (PUTHUCHEARY et al., 2013). Tais mudanças têm efeito a longo prazo, em que cada dia de repouso no leito leva a uma redução relativa na força muscular que pode perdurar ao longo dos 2 anos seguintes (FAN et al., 2014).

Esse menor desempenho neuromuscular no paciente crítico não é determinado apenas perda de volume muscular, mas também pela menor habilidade do sistema nervoso em recrutar

estes músculos apropriadamente, pois a interação entre os dois sistemas, muscular e neurológico, são responsáveis pela geração de força (MORITANI, 1993). É possível que as anormalidades eletrofisiológicas sejam mais comuns inclusive do que a fraqueza clínica e podem ter diferentes implicações (ALI et al, 2008). Por exemplo, um estudo encontrou anormalidades eletromiográficas em 58% dos pacientes que necessitavam de 7 ou mais dias de ventilação mecânica (LEIJTEN et al., 1995). Enquanto que um outro estudo em uma população similar, a fraqueza muscular adquirida na UTI ocorreu apenas em 25,3% (DE JONGHE et al., 1998).

Intervenções precoces utilizadas na UTI para combater a perda de força muscular podem potencialmente melhorar o resultado físico e reduzir a carga global da doença (POULSEN et al., 2011). Porém, alguns pacientes críticos estão impossibilitados de participar ativamente das intervenções de reabilitação, ficando especialmente vulneráveis à fraqueza muscular própria da imobilização (KHO et al., 2015). O imobilismo, até mesmo de curta duração, provoca prejuízos neurais na ativação muscular e degradação da proteína muscular e, portanto, promover atividade muscular, é amplamente reconhecida como uma contramedida à preservação da força muscular. Estudos demonstram que no início do pós-operatório ocorre a proteólise muscular induzida pelo estresse cirúrgico (IWATSU et al., 2015), e a EENM pode ser uma intervenção potencial, aumentando a atividade muscular elétrica (MIURA et al., 2012) e promovendo a preservação de força muscular após a cirurgia cardíaca (IWATSU et al., 2017).

Por definição, a EENM consiste na aplicação de uma estimulação elétrica sensitiva, não invasiva, através de eletrodos de superfície aplicados em pontos motores na pele, que usa a inervação motora periférica, transmite um impulso elétrico e dispara um potencial de ação no nervo periférico, que vai então se propagar até o músculo, conduzindo às células excitação, promovendo contração muscular (RODRIGUEZ et al., 2012). Com isso, a EENM estimula o músculo sem participação ativa, o que pode manter a função do músculo esquelético (WILLIAMS; FLYNN, 2014).

O aspecto mais exclusivo da EENM é a ordem de ativação de unidades motoras, que é bastante diferente do padrão de recrutamento fisiológico modulado pelo Princípio do Tamanho de Henneman et al. (1965), favorecendo primeiramente a ativação de unidades motoras rápidas, de motoneurônios de maior diâmetro (fibras do tipo II) menos resistentes à passagem do

estímulo, em relação às fibras musculares lentas (fibras tipo I), de motoneurônios de menor diâmetro; havendo com isso um recrutamento "desordenado", mesmo em níveis relativamente baixos de força evocada (MAFFIULETTI, 2010; GREGORY; BICKEL, 2005).

Outra diferença refere-se à ativação temporal no recrutamento de unidades motoras, que é bastante assíncrono durante ações voluntárias, enquanto as que são impostas pela EENM ocorrem de forma síncrona, com todas as unidades motoras ativadas ao mesmo tempo, o que pode levar a uma fadiga muscular precoce (ADAMS et al., 1993; MAFFIULETTI, 2010).

A EENM gera pulsos elétricos, bifásicos, não polarizados, que variam geralmente na frequência, na largura do pulso, simetria ou assimetria e nas modulações. As frequências variam normalmente numa faixa de 10Hz a 100Hz e em frequências elevadas, de até 2.500Hz. A frequência de pulso frequentemente é classificada em baixa (5-40Hz) ou alta (50-100Hz), havendo também categorizações na literatura como frequência média, porém sem consenso em relação aos valores (PIRES, 2004).

A prática fisioterêutica demonstra que a EENM é uma terapia estabelecida, segura, e tem sido útil para melhorar a força muscular em pacientes em reabilitação de condições patológicas que comprometem os seus movimentos, como após uma lesão, imobilização e repouso no leito em pacientes saudáveis, doentes e pós-operatórios (PIRES, 2004; MAFFIULETTI et al., 2013; BAX; STAES; VERHAGEN, 2005; HAINAUT, DUCHATEAU, 1992).

Entre os pacientes críticos, a EENM tem sido uma ferramenta terapêutica utilizada para restaurar funções motoras e sensoriais, em que o uso de corrente elétrica produz contração muscular favorecendo o fortalecimento muscular. Recentemente, 04 revisões sistemáticas sintetizaram informações sobre o uso da EENM em pacientes críticos. Nestas revisões, autores identificaram 09 ensaios clínicos randomizados e reconheceram os benefícios do uso do recurso na preservação da força, massa muscular, função, evitando o desenvolvimento da fraqueza muscular adquirida na UTI (WILLIAM; FLYNN, 2014; WAGECK, 2014; MAFFIULETTI et al., 2013; PARRY et al., 2013).

A EENM através do uso de padrões de estimulação que realiza repetidas contrações em grupos musculares selecionados, aparece como uma opção à mobilização e tem demonstrado

ser uma ferramenta promissora na RCV (ROUTSI et al., 2010). Sendo uma alternativa, especialmente importante, num momento em que o paciente encontra-se instável hemodinamicamente como num pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, com dificuldades para produzir contrações musculares suficientes. Neste período, o paciente apresenta restrições à mobilização advindas do procedimento cirúrgico, uso de VM, drogas vasoativas, sedativos e analgésicos, bem como a presença, muitas vezes, de drenos torácicos e mediastinais, além de catéteres central e periférico, em que a EENM ser utilizada (SANTOS et al, 2017).

A EENM pode induzir com segurança atividade muscular suficiente sem esforços volitivos do paciente, mesmo imediatamente após a cirurgia cardiovascular (IWATSU et al., 2017), podendo ser uma alternativa dentro dos programas de RCV para melhorar o treinamento de um indivíduo menos motivado e com maiores debilidades físicas. Além disso, alguns estudos mostram que a EENM gera menos risco hemodinâmico quando comparado ao treinamento de exercícios convencionais, consistindo em uma intervenção segura e de baixo risco para eventos adversos (SMART; DIEBERG; GIALLAURIA, 2013; DOBSAK et al, 2012).

Estudos mostram ainda que os efeitos da EENM vão além dos resultados nos músculos estimulados. Observa-se que a EENM aplicada no vasto lateral, vasto medial e fibular longo promove efeitos sistêmicos, com impacto na microcirculação tenar dos pacientes críticos (GEROVASILLI et al., 2009). Repercussões na demanda metabólica com aumento do consumo de oxigênio também foram relatados com o uso da EENM (GROSSET et al., 2013; SILLEN, 2008). Tem sido relatado, inclusive, que a EENM aplicada unilateralmente aumenta a força muscular contralateral (HORTOBÁGYI et al., 1999; HUANG, 2007), e que, quando aplicada em MMII, aumenta o escore de força muscular global em pacientes críticos (ROUTSI et al., 2010).

Em pacientes cardiopatas, estudos mostram efeitos positivos da EENM. Uma revisão sistemática em que foram incluídos 9 ensaios clínicos randomizados em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica e 5 em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva, demonstrou efeitos positivos na função do músculo esquelético, capacidade de exercício e qualidade de vida relacionada à saúde (SILLEN et al., 2008).

Quando aplicada a indivíduos com insuficiência cardíaca crônica, a EENM conseguiu aumentar a força muscular do quadríceps em 25% (BANERJEE et al., 2009). Além disso, a área da seção transversal e a resistência à fadiga muscular também melhoraram, podendo ser uma opção terapêutica para pacientes que não podem desenvolver exercícios ativamente por conta da insuficiência cardiovascular, parecendo ser benéfico o uso da EENM em termos de tolerância ao exercício (QUITTAN et al., 1999), aumento do consumo de oxigênio (VAQUERO et al., 1998), força muscular e qualidade de vida (NUHR et al., 2004; DELEY et al., 2005). Em pacientes admitidos no hospital para compensação de insuficiência cardíaca, um estudo também como demonstrou maiores valores da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6) (ARAÚJO et al., 2012).

De fato, nesta população, a EENM e o exercício aeróbico convencional têm mostrado efeitos semelhantes na força muscular dos membros inferiores, na distância percorrida no TC6 e nos escores de qualidade de vida relacionada à saúde. No entanto, o exercício aeróbico convencional é superior à EENM para aumentar o consumo máximo de oxigênio (pico de VO_2). Por outro lado, a EENM foi eficiente em promover benefícios no pico de VO_2 , na distância percorrida no TC6, na qualidade de vida, força muscular e função endotelial em pacientes com insuficiência cardíaca quando comparado ao grupo controle (SBRUZZI et al., 2010; SMART et al., 2013; GOMES NETO et al., 2016).

A revisão sistemática com metanálise publicada na população de pacientes com insuficiência cardíaca mostrou uma significativa melhora na distância percorrida para os estudos em que a EENM foi aplicada por mais de 30 horas, comparada com a melhora observada nos estudos em que a EENM foi utilizada por menos de 30 horas (GOMES NETO et al., 2016). Além disso, mostrou também que a EENM parece ser mais relevante para aqueles pacientes que não conseguem participar de programas de treinamento convencionais (SAITOH et al., 2016; GOMES NETO et al., 2016).

Entre pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca, porém, ainda são escassos os estudos que mostrem os efeitos da EENM. Em um estudo a EENM foi utilizada como recurso terapêutico na fase ambulatorial, observando-se melhora na força e resistência muscular de membros inferiores em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca (SCHARDONG et al., 2017).

Na fase hospitalar, um ensaio clínico mostrou os efeitos da EENM no pós-operatório cardíaco, sendo seu público alvo pacientes críticos e com um tempo médio de permanência na UTI de 6 dias, observando-se que a EENM não promoveu nenhum efeito significativo na espessura e força muscular no momento da alta hospitalar. Encontrou-se, porém que os pacientes do grupo EENM recuperaram a força 4,5 vezes mais rápido que os pacientes do grupo controle. Além disso, os pacientes não recuperaram os níveis de mobilidade, e independência funcional, no momento da alta hospitalar, independente do grupo alocado (FISCHER et al., 2016).

Um outro ensaio clínico teve objetivo de explorar a eficácia da EENM na prevenção da degradação da proteína muscular e fraqueza muscular em pacientes após cirurgia cardiovascular, demonstrando o efeito preventivo da EENM na elevação dos níveis de 3-MH /Cre (Metilhistidina/Creatinina) dentro de 5 dias após a cirurgia cardiovascular, sugerindo que a EENM pode reduzir a proteólise muscular, mesmo em pacientes em um estado hipercatabólico, e atenuar a fraqueza muscular em pacientes após a cirurgia cardiovascular (IWATSU et al., 2017).

Estes dados provêm uma razão para aplicação da EENM nos programas de reabilitação pós-operatória, sendo necessário porém outros estudos que possam avaliar diferentes aspectos funcionais e resultados mais específicos dos efeitos da EENM nesta população.

4 METODOLOGIA

4.1. Delineamento

Este estudo refere-se a um ensaio clínico, randomizado, controlado, paralelo, de 2 braços, com o objetivo de investigar os efeitos da EENM na capacidade funcional de exercício de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Após a autorização dos pacientes e seus familiares, estes foram incluídos no protocolo, onde um investigador independente cego realizou a avaliação inicial no pré-operatório que constou de exame de dosagem do lactato sanguíneo, avaliação da força muscular através do escore do Medical Research Council (MRC) e da dinamometria isométrica de extensão de joelho e preensão palmar, da atividade eletromiográfica do reto femoral através da eletromiografia de superfície (EMG), da independência funcional através do Questionário de Medida de Independência Funcional (MIF) e da qualidade de vida através do Perfil de Saúde de Nottingham (PSN). Após a avaliação inicial, os pacientes foram randomizados no pós-operatório imediato para o grupo que foi submetido à EENM (Grupo intervenção – EENM) ou grupo controle por um segundo investigador. No 3º dia de pós-operatório (3PO) foram realizadas as mesmas avaliações, exceto a dinamometria para extensão de joelho e EMG e, no 5º dia de pós-operatório (5PO) os pacientes foram submetidos ao mesmo protocolo de avaliação do pré-operatório, sendo incluído o TC6, o teste de velocidade de marcha (T10) e a dosagem do lactato sanguíneo após o esforço, conforme detalhado na figura 1.

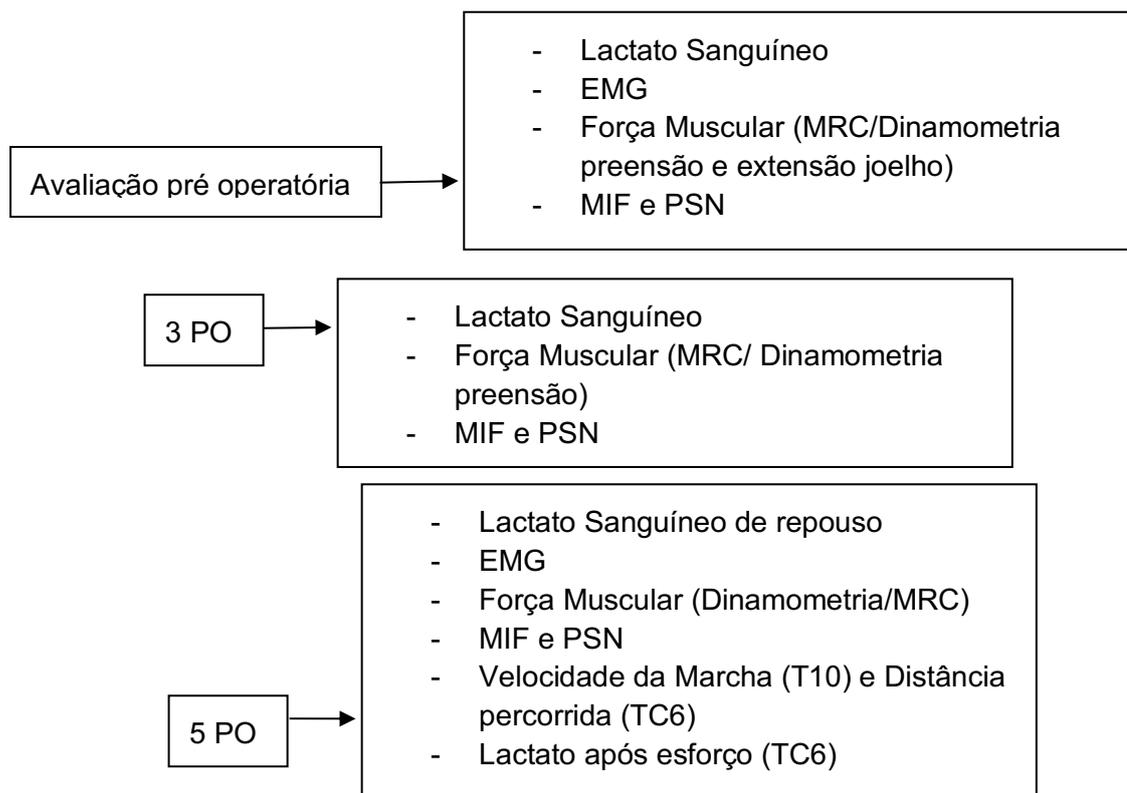


Figura 1. Fluxograma de coleta de variáveis de pesquisa

4.2 Randomização

Para todos os pacientes incluídos, a randomização para alocação em grupo EENM ou grupo controle foi realizada no pós operatório imediato, de forma sigilosa por um investigador independente, sendo utilizado o sistema eletrônico de aleatorização: <http://random.org>.

4.3 Cegamento

Considerando o protocolo de intervenção, não foi possível cegar os pacientes e/ou o investigador que realizava a aplicação da EENM. Porém, o investigador que recrutou os pacientes e realizou as avaliações nos períodos determinados no estudo eram cegos.

4.4 Participantes

Foram elegíveis para a pesquisa pacientes adultos de ambos os sexos, em pré-operatório de valvoplastia e/ou implante de bioprótese valvar e revascularização do miocárdio. Foram excluídos pacientes que tiveram idade < 18 e > 75 anos, que apresentaram algum tipo de condição psiquiátrica, declínio cognitivo ou demência, presença de desordem musculoesquelética ou neuromuscular recente ou não solucionada que limitasse a capacidade de deambulação, mobilidade ou capacidade funcional, instabilidade hemodinâmica (Pressão Arterial Média < 60 mmHg ou > 120 mm Hg), dispneia com saturação de oxigênio menor que 90%, taquicardia ou bradicardia, portadores de marca-passo cardíaco, indivíduos com dermatite, pele danificada, alterações de sensibilidade, ou aqueles que se recusaram a participar da pesquisa. Os pacientes foram então recrutados para a pesquisa antes da cirurgia e, caso houvesse o cancelamento da cirurgia e o paciente evoluísse com óbito no peri operatório também era excluído da pesquisa, conforme detalhado no apêndice A. O termo de consentimento escrito foi obtido do paciente e/ou do seu familiar responsável.

Foram descontinuados do estudo pacientes que necessitaram ser reoperados, que tiveram tempo de VM maior que 24 horas e que foram reintubados, pois o objetivo era verificar um pós-operatório regular, bem como aqueles que evoluíram com acidente vascular encefálico (desordem neuromuscular) pós-cirúrgico, aqueles que tiveram alta hospitalar antes do 5PO, os que se encontravam com estado clínico muito instável para avaliação, que se recusaram a continuar no projeto e que evoluíram a óbito.

4.5 Tamanho da Amostra

O tamanho da amostra foi calculado a partir de um estudo prévio realizado nesta mesma população (CACAU et al., 2013), em que a capacidade de deambulação foi avaliada em pacientes no pós operatório de cirurgia cardíaca. Com base nos resultados deste estudo, o cálculo do tamanho da amostra resultou em 19 pacientes por grupo com um nível de significância de dois lados de $\alpha = 0,05$ e um poder de 90%, com uma diferença clinicamente importante de 20 metros, usando como desfecho primário, a distância percorrida no TC6.

4.6 Local

A pesquisa foi realizada na UTI Cardíaca e na Enfermaria da Cardiologia da Fundação Beneficência Hospital Cirurgia (FBHC) situada na Avenida Desembargador Maynard, no bairro Cirurgia 174, na cidade de Aracaju SE no período de setembro de 2015 a setembro de 2017. A FBHC participa do Sistema Único de Saúde como referência estadual para os atendimentos de cirurgia cardíaca sendo considerado um Serviço de Assistência de Alta Complexidade em Cirurgia Cardiovascular e em Procedimentos de Cardiologia Intervencionista segundo a Portaria nº 20 de 25 de janeiro de 2006. A carta de anuência da FBHC para a realização da pesquisa encontra-se no Apêndice B.

4.7 Procedimentos

4.7.1 Grupo Controle

Após a randomização, os pacientes do grupo controle foram submetidos aos cuidados usuais da fisioterapia realizado pelos fisioterapeutas do hospital duas vezes ao dia, nos turnos matutino e vespertino que incluiu: exercícios respiratórios (padrões ventilatórios), técnicas de reexpansão pulmonar, técnicas de higiene brônquica, drenagem postural, exercícios metabólicos, cinesioterapia ativo-assistida e ativa de membros superiores e membros inferiores, alongamento muscular, deambulação, subir e descer escadas. Os exercícios seguiram as diretrizes de acordo com a Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular (HERDY et al., 2014).

4.7.2 Grupo Intervenção

Os pacientes do intervenção além de serem submetidos aos cuidados usuais da fisioterapia, foram submetidos à aplicação da EENM pelos pesquisadores no pós-operatório imediato, após a admissão na UTI, até o 5PO, duas vezes por dia (turnos matutino e noturno), objetivando totalizar 10 sessões cada paciente. Foi utilizado o aparelho da marca NEUROMED 4082 IFC, quatro canais, eletrodos de silicone-carbono de tamanhos 3x3 cm acoplados no ventre dos músculos reto femoral e gastrocnêmio lateral, bilateralmente, fixados com esparadrapo. Foi aplicada a corrente FES com frequência de 50Hz, largura de pulso de 400 microsegundos (μ s), tempo ON de 3 segundos e tempo OFF de 9 segundos durante 60 minutos (GRUTHER et al., 2010; ARAÚJO et al., 2012). A intensidade foi ajustada até a contração muscular visível e, no caso de dúvida, a contração confirmada pela palpação dos músculos

envolvidos (ROUTSI et al., 2010). Protocolo completo e ficha de aplicação nos apêndices C e D. Na 10ª sessão foi aplicado um questionário para verificar a opinião dos pacientes em relação ao uso da EENM (Apêndice E).

4.8 Variáveis

Quanto à avaliação, os avaliadores eram cegos quanto à alocação do paciente e os participantes foram instruídos a não revelar a sua alocação no grupo. A avaliação era sempre realizada no período noturno sendo mantidas as condições ideais de temperatura e pressão. As características demográficas, físicas e clínicas dos pacientes no período pré-operatório, as informações relacionadas ao procedimento cirúrgico, a permanência na UTI e o tempo entre a cirurgia e a alta hospitalar foram coletadas através da ficha de avaliação, detalhada no apêndice F.

O desfecho primário foi a distância percorrida avaliada através do TC6. Os desfechos secundários foram velocidade da marcha (T10), dosagem do lactato sanguíneo, avaliação da força muscular através do MRC e da dinamometria de extensão de joelho e preensão palmar, da atividade eletromiográfica do reto femoral através da EMG, da independência funcional através da MIF e da qualidade de vida através do PSN.

4.8.1 Teste de caminhada de 6 minutos

O TC6 foi realizado segundo as recomendações da *American Thoracic Society* (ATS, 2002). É considerado um teste submáximo, para avaliação do desempenho funcional do paciente, em que o mesmo é instruído a caminhar na velocidade máxima tolerada por ele, mediante incentivos verbais, durante seis minutos, em uma pista plana de 30 metros, livre de obstáculos, com fitas para marcações de 2 em 2 metros e ao final do percurso. O paciente podia diminuir a velocidade ou interromper a caminhada quando necessário sem que fosse interrompida a contagem do tempo.

No início do teste, o paciente foi posicionado sentado em uma cadeira com encosto, e foram aferidos os valores de saturação periférica de oxigênio, pressão arterial, frequência cardíaca e frequência respiratória. Em seguida, o paciente foi posicionado em ortostase no início do corredor demarcado em 30 metros. O paciente permaneceu com o oxímetro de pulso

durante os 6 minutos de avaliação para verificação de sua saturação e frequência cardíaca. Palavras de incentivo (pré-determinadas) foram direcionadas ao sujeito a cada um minuto e o mesmo foi questionado quanto a sua percepção de esforço através da Escala de Borg no início da caminhada, após 3 minutos e ao final do sexto minuto. No final do teste, a distância percorrida foi anotada e arquivada para análise posterior (ATS, 2002).

Foi calculado também o percentual do previsto para a distância percorrida no TC6 em cada grupo, levando-se em conta a equação proposta por Oliveira et al. (2014) que identificou os determinantes para a distância percorrida no TC6 em pacientes no pós-operatório cardíaco no momento da alta hospitalar.

4.8.2 Teste de Velocidade de Marcha

Este teste é um poderoso indicador de funcionalidade e tem sido útil para prever a perda de independência funcional e o estado de saúde do paciente. Trata-se de uma medida padronizada cujo resultado pode refletir tanto mudanças funcionais quanto fisiológicas uma vez que, para se alcançar uma boa velocidade da marcha, o indivíduo precisa de uma boa integração entre os sistemas cardiopulmonar, musculoesquelético e neurológico (CESARI et al., 2005; DOBKIN, 2006).

Para a realização do teste foi demarcada uma distância de 20 metros em linha reta no chão plano por onde o paciente deambulou. O mesmo foi orientado a realizar uma marcha acelerada, sem correr, com um ritmo confortável ao longo dos 20 metros. Foram desprezados os 5 primeiros e os 5 últimos metros, que correspondem ao período de aceleração e desaceleração da marcha. A velocidade da marcha foi calculada considerando-se apenas os 10 metros onde a deambulação permanece constante. O tempo foi cronometrado a partir do momento em que o paciente atravessou a marcação dos primeiros cinco metros e a contagem terminou após o paciente atravessar a segunda marca, totalizando os 10 metros. A distância percorrida em metros foi dividida pelo tempo em segundos para se obter a cálculo da velocidade da marcha (CESARI et al., 2005; DOBKIN, 2006).

4.8.3 Lactimetria

O lactato sanguíneo foi coletado em repouso no pré-operatório e 5PO, sendo que neste dia foi realizada a dosagem do lactato em repouso e também após o esforço, após o TC6. Para o exame do lactato sanguíneo foi coletada amostra de sangue do dedo indicador colocando-o no centro da zona de teste da fita reativa para análise das concentrações de lactato. Foi utilizado lactímetro da marca Roche, modelo Accutrend Lactate. A resposta do lactato sanguíneo ao exercício tem sido utilizada para identificar parâmetros de aptidão aeróbia, como o limiar de lactato, o limiar anaeróbio individual, o lactato mínimo e a máxima fase estável de lactato (SIQUEIRA; ARRUDA; SCHWINGEL, 2015).

4.8.4 Força Muscular

O teste de força muscular isométrica para extensão de joelho foi realizado através da dinamometria digital contendo uma célula de carga acoplada a uma cadeira extensora, confeccionada para a pesquisa e que permite ajustes específicos do ângulo articular, e a um sistema de aquisição de sinais (EMG System do Brasil, 04 canais). (Figura 2)



Figura 2. Cadeira extensora, célula de carga e sistema de transmissão de sinais para realização da avaliação de força isométrica para extensão de joelho.

Para a avaliação da força isométrica foi observado o desempenho muscular para o movimento de extensão do joelho, bilateralmente. O procedimento apresentou a seguinte padronização: paciente permaneceu sentado na cadeira extensora, com estabilização de tronco

e joelhos (fixado com cinto de segurança), quadris em 110° de flexão, joelhos a 90° de flexão e abduzidos à largura dos ombros. Os pacientes realizaram o movimento solicitado sob o comando verbal do avaliador, exercendo uma força isométrica contínua por 6 segundos. Foram realizadas três medições independentes e com intervalo de um minuto entre as medições para cada movimento, mensurando-se os 3 segundos médios de cada teste para minimizar os efeitos associados ao esforço de desempenho inicial ou final, sendo a média entre eles anotada. O sinal gerado pela célula de carga durante a tração exercida pela extensão isométrica voluntária máxima da perna foi captado simultaneamente ao sinal eletromiográfico. A célula de carga permaneceu fixada contra uma superfície fixa na cadeira extensora fim de manter a estabilidade do instrumento diante da pressão exercida pelo sujeito no momento da isometria. Os pacientes foram orientados a não realizar a manobra de Valsalva.

Foi realizada também a mensuração da força através do MRC, uma ferramenta potencial diagnóstica e prognóstica para as causas fisiopatológicas limitantes do esforço (ALI et al., 2008). O MRC é um instrumento simples adaptado para a avaliação da força muscular. Neste escore, seis movimentos de membros superiores (extensão de punho, flexão de antebraço, abdução de ombro) e membros inferiores (extensão de joelho, flexão de quadril, dorsiflexão de tornozelo) são avaliados (DE JONGHE et al, 2002).

O teste de força muscular do MRC consiste na avaliação manual da força muscular com a seguinte graduação: 0 – sem contração; 1 – traços de contração; 2 – movimentos ativos desde que com a eliminação da gravidade; 3 – movimentos ativos contra a gravidade; 4 – a força muscular é reduzida, mas há contração contra resistência; e 5 – força normal contra resistência total. A graduação da força portanto varia de 0 (plegia) a 5 pontos (força normal), totalizando um valor máximo de 60 pontos (DE JONGHE et al, 2002).

Além disso, a força de preensão palmar foi avaliada através do dinamômetro hidráulico da marca Saehan, sendo seguidas as recomendações da Sociedade Americana de Terapeutas da Mão (BOHANNON et al., 2006). O paciente foi posicionado sentado (sem apoio para os braços), coluna ereta, joelhos a 90°, ombro levemente aduzido, cotovelo fletido a 90°, antebraço e punho em posição neutra. A mão (a ser testada) do paciente manteve-se no dinamômetro, posição II da alça, enquanto este foi sustentado pelo avaliador. A duração da contração máxima foi mantida por cerca de 3 segundos. Primeiramente, foi realizada a medida da mão direita

(alternando na sequência) com um tempo de 15 segundos para descanso. Foram realizadas 3 mensurações em cada membro sem aquecimento prévio e registrado o maior valor. Havendo discrepância entre os valores encontrados superior a 5% nas mensurações uma quarta mensuração foi realizada.

4.8.5 Eletromiografia de superfície

Concomitante ao registro da força de contração voluntária máxima para extensão de joelho foi registrada a atividade elétrica do músculo reto femoral, por meio de análise do sinal da EMG (Figura 3). Para tanto, foi utilizado o eletromiógrafo, modelo EMG System do Brasil de 4 canais, com um filtro de passa banda 20 a 500Hz, sendo os dados coletados numa frequência de amostragem de 2000Hz.



Figura 3. Procedimento para realização da eletromiografia de superfície do reto femoral.

Foram utilizados eletrodos passivos, duplos, circulares, pré-geldados de Ag/ClAg da marca Miotec, modelo double trace LHED4020, China. Para garantir a acurácia da captação do sinal, fez-se necessário diminuir a impedância pele/eletrodo através da limpeza da pele. Para registrar a atividade elétrica do reto femoral, os eletrodos foram colocados na superfície da pele de forma pareada, posicionados a 50% sobre a linha entre a espinha íliaca ântero-superior e o bordo superior da patela, e um eletrodo de referência foi colocado no maléolo lateral do

tornozelo, de acordo com a recomendação do projeto SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*) para garantir a reprodutibilidade de avaliações e interpretações do EMG.

Para garantir uma maior precisão na recolocação dos eletrodos nas avaliações subsequentes foi utilizada a técnica de utilização de mapas feitos na face anterior da coxa dos sujeitos avaliados com o uso de transparências (papel acetato) (CORREA; COSTA; PINTO, 2012) (Figura 4).



Figura 4. Técnica de utilização de mapas.

Após a coleta dos dados, o sinal registrado foi armazenado em um computador para análise posterior. A amplitude da EMG foi determinada pelo cálculo do *Root Mean Square* (RMS) já fornecido pelo software, para se analisar o sinal do domínio do tempo. Para a análise do sinal do domínio de frequência foi determinada a frequência mediana (FM).

A amplitude RMS, bem como a frequência mediana, foi então calculada dos 3 segundos médios de cada teste para minimizar os efeitos associados ao esforço de desempenho inicial ou final ou mudanças características na interface de eletrodos na pele (AYOTTE et al., 2007; SODERBERG; KNUTSON, 2000). A amplitude RMS das 3 contrações isométricas foram então calculados em média e utilizados para análise estatística (DE LUCA, 1997; ODWYER; SAINSBURY; O'SULLIVAN, 2011). Não houve necessidade de normalização do sinal neste estudo uma vez que este envolveu a análise apenas da atividade de contração isométrica voluntária máxima (SHENOY; MISHRA; SANDHU, 2011).

4.8.6 Medida de Independência Funcional

O Questionário foi utilizado com objetivo primordial de avaliar quantitativamente a carga de cuidados demandada por uma pessoa para a realização de uma série de tarefas motoras e cognitivas de vida diária. Composto de 18 itens de avaliação divididos em dois campos: motor e cognitivo. O campo motor é composto de 13 itens e subdividido em quatro categorias: cuidados pessoais, controle de esfíncteres, mobilidade/transferência e locomoção. O campo cognitivo é composto de 5 itens e em duas categorias: comunicação e cognição social. Cada uma dessas atividades é avaliada e recebe uma pontuação que parte de 1 (dependência total) a 7 (independência completa), assim a pontuação total varia de 18 a 126 (MORAIS et al., 2010) (anexo A).

4.8.7 Perfil de Saúde de Nottingham

O Perfil de Saúde de Nottingham (PSN) é um instrumento genérico de avaliação de qualidade de vida, desenvolvido originalmente para avaliar a qualidade de vida em pacientes portadores de doenças crônicas. Trata-se de um questionário auto-administrado, constituído de 38 itens, baseados na classificação de incapacidade descrita pela Organização Mundial da Saúde, com respostas no formato sim/não. Os itens estão organizados em seis categorias (domínios) que englobam nível de energia, dor, reações emocionais, sono, interação social e habilidades físicas. Cada resposta positiva corresponde a um escore de um (1) e cada resposta negativa corresponde a um escore zero (0), perfazendo uma pontuação total em que cada pergunta tem um peso dentro de cada domínio. Utilizando uma linguagem de fácil interpretação, o PSN fornece uma medida simples da saúde física, social e emocional do indivíduo sendo considerado clinicamente válido para distinguir pacientes com diferentes níveis de disfunção e para detectar alterações importantes no quadro de saúde do paciente ao longo do tempo (TEIXEIRA-SALMELA et al., 2004) (anexo B).

4.9 Análise Estatística

Todos os dados foram incluídos em um banco de dados mediante a utilização de planilha eletrônica – Microsoft® Office Excel 2011. A análise estatística foi realizada com a versão teste 15.0 do SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*). Todos os dados foram analisados de acordo com o princípio da intenção de tratar, em que independente de desvios de protocolos ou dados completos, todos os pacientes, exceto aqueles que atenderam aos critérios de descontinuidade previamente definidos, foram incluídos na amostra (GUPTA, 2011).

A normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Se variáveis quantitativas normalmente distribuídas, foram expressas como média \pm DP ou média \pm erro padrão quando adequado. Quando não se apresentaram normalmente distribuídos, mediana (intervalo) foi indicado. Para comparar as características dos pacientes entre os grupos, o teste exato de Fisher foi utilizado para as variáveis categóricas e o teste t foi utilizado para variáveis contínuas e discretas.

Para responder à pergunta da pesquisa, a distância percorrida no TC6 e a velocidade da caminhada a partir do T10 foram comparadas entre os grupos utilizando-se o teste t para amostras independentes. Na comparação de 2 momentos para as variáveis de Dinamometria de extensão de joelho, Eletromiografia, bem como o lactato pré e pós esforço no 5PO foi utilizado o teste t. A comparação do MRC, Dinamometria de preensão palmar, MIF e PSN entre os grupos foi comparada utilizando-se Análise de Variância 3 x 2 (tempo: período pré-operatório versus 3PO versus 5 PO; grupo EENM versus controle). O nível de significância foi fixado em 0,05. Todos os valores de p foram calculados a partir de testes bicaudais.

Quando comparadas as médias entre os grupos utilizando-se o teste t, o Hedges' *g* (variation of Cohen's *d*) foi utilizado e o tamanho do efeito foi classificado como pequeno (>0.20), médio (>0.50) ou grande (>0.80) (MAHER, 2013). Quando comparadas as médias entre os grupos utilizando-se o ANOVA, o eta-square foi utilizado e o tamanho do efeito foi classificado como pequeno (>0.01), médio (>0.06) ou grande (>0.014) (MAHER, 2013).

4.10 Aspectos Éticos

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Tiradentes via Plataforma Brasil (CAAE: 22377113.7.0000.5371) para solicitação de liberação de acordo com os termos da Resolução 196/96, de 10 de Outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde, assim como as normas e resoluções advindas do Grupo Mercado Comum (GMC) N° 129/96, obedecendo à Lei 6.360 (23 de setembro de 1976), em especial o Art. 76, regulamentada pelo Decreto N° 79.094 (05 de janeiro de 1977), sendo considerado aprovado com número do parecer 429.256, conforme anexo C.

Foram respeitadas as boas práticas de pesquisa, estando à equipe à disposição para solucionar quaisquer dúvidas antes e depois do consentimento, assumindo total

responsabilidade da pesquisa. Com isso, foram preservados os cuidados de privacidade das informações obtidas através dos prontuários de cada entrevistado, conforme a declaração dos pesquisadores onde consta o compromisso com o sigilo.

Os pacientes que fizeram parte da amostra foram esclarecidos sobre o propósito do estudo e como seria sua participação no mesmo. Os mesmos assinaram o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE – apêndice G) permitindo voluntariamente que fossem realizados os procedimentos indicados pelo pesquisador, concordando com a realização do estudo e posterior publicação dos dados.

O estudo foi submetido ao Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos-REBeC no dia 14 de setembro de 2015, sendo registrado em 05 de julho de 2016 com o número RBR-8vkw87.

5 RESULTADOS

5.1 Fluxo dos Participantes

Foram elegíveis para pesquisa 132 pacientes, sendo 88 randomizados, 43 para grupo EENM e 45 para o grupo controle. Destes, foram incluídos na análise 45 pacientes, 23 pertencentes ao grupo EENM e 22 ao grupo controle, uma vez que 43 pacientes foram descontinuados por causas não relacionadas à intervenção (Figura 5). Todos os pacientes incluídos na análise, de fato, iniciaram o estudo no grupo EENM ou grupo controle, não sendo considerado para análise apenas aqueles que completaram todo o protocolo estabelecido. Não foram incluídos na análise aqueles pacientes em que não foi possível aplicar qualquer aspecto da avaliação para medidas de resultados no momento final, 5PO.

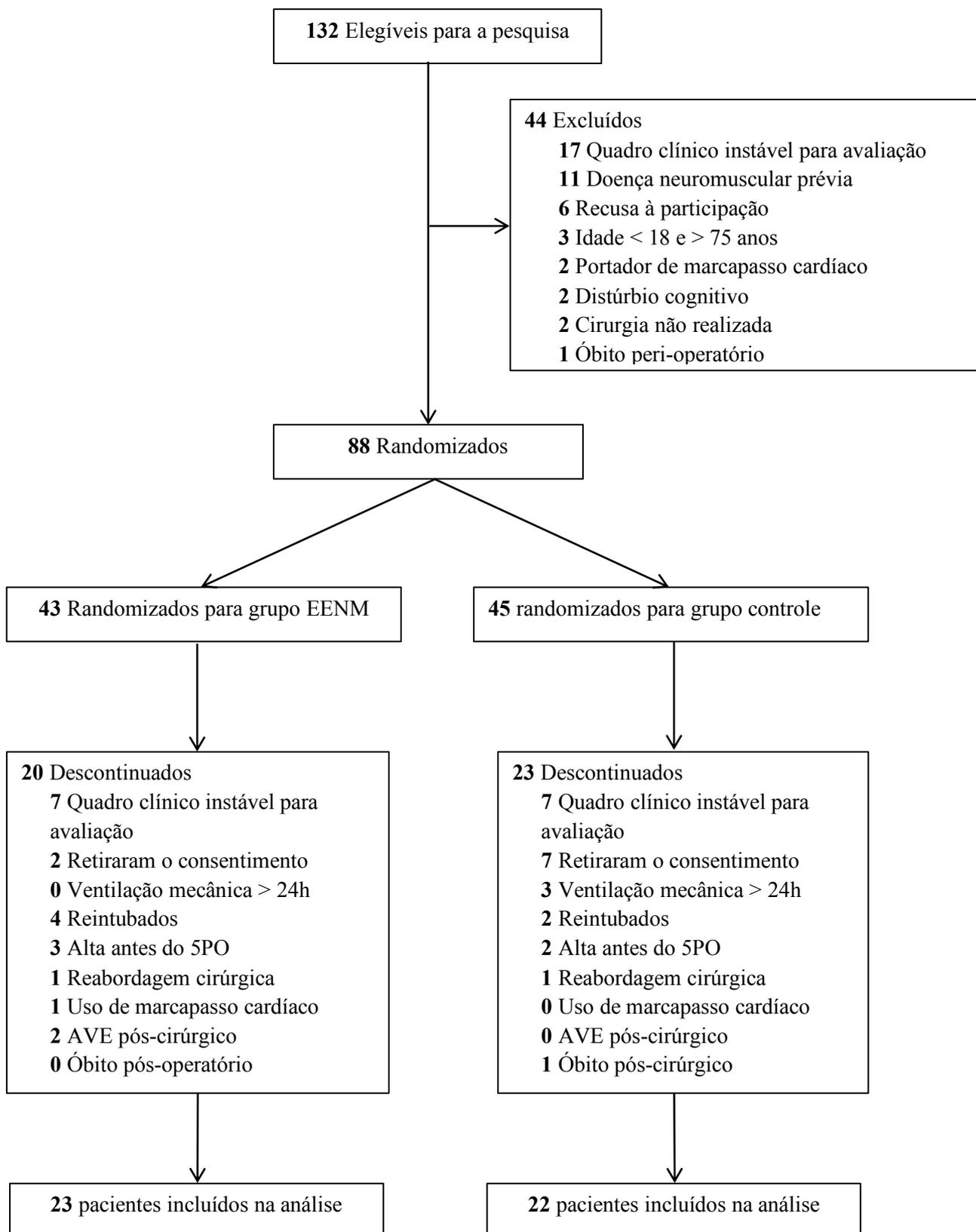


Figura 5 Fluxograma dos participantes no estudo

As características da amostra encontram-se detalhadas na tabela 1, podendo ser observada uma homogeneidade entre os dois grupos em relação a todas as variáveis estudadas.

Tabela 1. Características basais dos participantes			
	Grupo EENM	Grupo Controle	Valor <i>p</i>
Sexo Masculino, n (%)	12 (52,2%)	15 (68,2%)	0,365
Idade (anos), média ± DP	47,83 ± 13,89	46,41 ± 13,45	0,730
Peso (kg), média ± DP	72,58 ± 14,84	68,47 ± 13,61	0,339
Altura (m), média ± DP	163,09 ± 10,43	165,23 ± 7,21	0,430
Índice de Massa Corpórea (Kg/m ²), média ± DP	27,19 ± 4,85	25,05 ± 4,48	0,132
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo pré operatória, média ± DP	49,55 ± 11,59	55,70 ± 8,84	0,143
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo pós operatória, média ± DP	59,67 ± 16,21	56,9 ± 13,45	0,689
Tipo de cirurgia			
Revascularização do miocárdio, n (%)	12 (52,17)	10 (45,45)	0,768
Número de pontes, média ± DP	2,30 ± 0,50	2,33 ± 0,49	1,000
Implante de bioprótese de válvula mitral, n (%)	8 (34,78)	8 (36,36)	1,000
Implante de bioprótese de válvula aórtica, n (%)	3 (13,04)	3 (13,63)	1,000
Implante de bioprótese de válvula mitral + valvoplastia aórtica, n (%)	0 (0)	1 (4,55)	0,4889
Tempo Circulação Extracorpórea (min), média ± DP	96,59 ± 28,76	114,90 ± 39,56	0,088
Tempo permanência na UTI (dias), média ± DP	2,68 ± 0,75	2,82 ± 0,81	0,595
Tempo entre a cirurgia e a alta hospitalar (dias), média ± DP	9,13 ± 4,37	10,38 ± 8,57	0,552
Comorbidades, n (%)	19 (82,6)	20 (90,9)	0,665
Hipertensão Arterial, n (%)	14 (60,86)	9 (40,90)	0,238
Febre Reumática, n (%)	9 (39,1)	6 (27,3)	0,530
Obesidade, n (%)	8 (34,8)	3 (13,6)	0,165
Dislipidemia, n (%)	3 (13,0)	4 (18,20)	0,099
Diabetes Mellitus, n (%)	2 (8,70)	3 (13,60)	0,665
Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, n (%)	1 (4,3)	1 (4,5)	1,000
Asma, n (%)	0 (0)	2 (9,1)	0,233
Lupus Eritematoso Sistêmico, n (%)	1 (4,3)	0 (0)	1,000
Hipotireoidismo, n (%)	1 (4,3)	0 (0)	1,000
Epilepsia, n (%)	0 (0)	1 (4,5)	0,488
Lactato (mmol/l), média ± DP	3,16 ± 1,85	3,15 ± 1,67	0,976
Força Muscular			
Extensão de joelho direito (Kg/f), média ± DP	28,36 ± 20,94	33,04 ± 17,35	0,940
Extensão de joelho esquerdo (Kg/f), média ± DP	27,43 ± 20,72	30,75 ± 17,54	0,406
Extensão de joelhos (Kg/f), média ± DP	28,81 ± 22,28	31,89 ± 16,97	0,628
MRC Membros Superiores, média ± DP	29,13 ± 1,98	29,09 ± 1,47	0,603
MRC Membros Inferiores, média ± DP	28,78 ± 2,17	29,23 ± 1,23	0,489
MRC total, média ± DP	57,91 ± 3,12	58,32 ± 2,38	0,540
Preensão palmar direita (Kg/f), média ± DP	74,61 ± 26,43	70,95 ± 19,72	0,473
Preensão palmar esquerda (Kg/f), média ± DP	74,91 ± 26,51	70 ± 20,17	0,613
Preensão palmar bilateral (Kg/f), média ± DP	74,76 ± 26,13	70,48 ± 19,27	0,647
Eletromiografia			
RMS reto femoral direito, média ± DP	104,97 ± 102,78	86,33 ± 64,48	0,516

RMS reto femoral esquerdo, média ± DP	88,62 ± 58,78	72,91 ± 34,87	0,325
RMS reto femoral bilateral, média ± DP	96,79 ± 68,01	79,41 ± 45,50	0,361
FM reto femoral direito, média ± DP	74,30 ± 17,00	75,20 ± 13,18	0,881
FM reto femoral esquerdo, média ± DP	73,57 ± 15,41	68,61 ± 10,68	0,349
FM reto femoral bilateral, média ± DP	73,94 ± 12,09	71,91 ± 10,98	0,659
Medida de Independência Funcional			
MIF motor, média ± DP	90,04 ± 2,01	89,77 ± 2,86	0,096
MIF cognitivo, média ± DP	33,69 ± 2,49	34,36 ± 1,22	0,259
MIF total, média ± DP	123,74 ± 3,36	124,14 ± 3,67	0,099
Perfil de Saúde de Nottingham			
Nível de energia, média ± DP	27,30 ± 31,51	26,18 ± 41,42	0,919
Dor, média ± DP	20,98 ± 25,19	20,03 ± 25,30	0,990
Reações Emocionais, média ± DP	29,74 ± 22,25	24,77 ± 28,43	0,516
Sono, média ± DP	32,38 ± 35,65	21,77 ± 29,99	0,287
Habilidades Físicas, média ± DP	18,53 ± 17,75	12,45 ± 20,27	0,290
Interação Social, média ± DP	14,84 ± 22,09	13,10 ± 20,73	0,787
Total, média ± DP	143,78 ± 98,57	117,41 ± 126,72	0,469

Valores expressos em média ± DP ou n (%).

EENM, eletroestimulação neuromuscular; DP, desvio-padrão; UTI, unidade de terapia intensiva; Kgf, Quilograma-força; MRC, escala do Medical Research Council; RMS, *Root Mean Square*; FM, Frequência Mediana; MIF, Medida de Independência Funcional.

Teste Exato de Fisher e teste *t* para amostras independentes, **p* < 0,05

5.2 Conformidade com a intervenção

Nos pacientes analisados, a mediana da quantidade de sessões de EENM aplicadas foi de 09 (variação de 5-10 aplicações), sendo utilizada uma intensidade média de 53,56 mA (variação da média de 22,8 – 87,37) no quadríceps e 43,52 mA (variação da média de 17,5 – 73,8) no gastrocnêmio.

Em termos de aderência, 31 sessões (13,48%) das 230 previstas, não foram aplicadas, com um percentual de 86,52% de adesão. Percentual de sessões completas foi de 95,97%, sendo 4 (50%) interrompidas por necessidade de realização de outro procedimento (rotinas de enfermagem e cuidados pessoais), 02 (25%) por desconforto local, 01 (12,5%) por dor abdominal e 01 (12,5%) por relato de mal-estar. Dentre os efeitos adversos encontrados, um paciente apresentou hipotensão arterial durante a aplicação da EENM e 02 pacientes relataram dor.

Em relação à opinião dos pacientes sobre a EENM, quando questionados a respeito da terapêutica, 83,33% relataram que a terapêutica é confortável, enquanto 16,67% relataram ser desconfortável, principalmente devido à longa duração (20%). Todos os pacientes (100%) relataram que utilizariam a terapêutica novamente e 100% se sentiram satisfeitos com a EENM.

5.3 Testes de Deambulação (TC6 e T10)

Sete pacientes não realizaram os testes de deambulação, sendo 4 do grupo EENM e 3 do grupo controle pois apresentaram-se no momento da avaliação com sinais clínicos que contra-indicavam a realização do TC6, como queixa de dor precordial, Frequência Cardíaca de repouso > 120 bpm, Pressão Arterial Sistólica > 180mmHg e Pressão Arterial Diastólica > 100mmHg e um se negou à realização do teste.

Não foi encontrada diferença estatística, quando comparadas as médias da distância percorrida no TC6 (95% IC, -83,51 a 52,79) e velocidade de marcha no T10 (95% IC, -0,27 a 0,10) no 5PO, entre os grupos EENM e controle, com tamanho do efeito insignificante para a distância percorrida e pequeno para a velocidade da marcha conforme observado na tabela 2.

Tabela 2. Testes de Deambulação em ambos os grupos EENM e Controle: TC6 e T10

Variáveis	Grupos		Valor <i>p</i> ^a	Diferença entre os grupos	
	EENM (n = 19)	Controle (n = 19)		IC (95%)	TE ^b
TC6 (<i>m</i>)	239,06 ± 88,55	254,43 ± 116,67	0,650	-15,36 (- 83,51 a 52,79)	0,080
T10 (<i>m/s</i>)	0,68 ± 0,24	0,76 ± 0,32	0,363	-0,08 (-0,27 a 0,10)	0,282

Valores expressos em média ± DP nos grupos, média da diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; DP, desvio-padrão; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito; TC6, Teste de Caminhada de 6 minutos; T10, Teste de Velocidade da Marcha.

^a valor de *p* intergrupo, teste t para amostras independentes, **p* < 0,05

^b Hedges' *g* (variação Cohen's *d*): pequeno >0,20, moderado >0,50, grande >0,80

Em relação ao percentual do valor predito para a distância percorrida no TC6 no pós-operatório de cirurgia cardíaca, foram observados maiores valores no grupo EENM (100,03%) que no grupo controle (93,55%), porém sem diferença estatisticamente significativa (*p*=0,69).

5.4 Lactimetria

Quanto à lactimetria de repouso no 5PO, somente 01 paciente do grupo EENM e 03 pacientes do grupo controle não obtiveram esta medida, sendo 03 por problemas técnicos e 01 recusa à avaliação. Onze pacientes não tiveram analisados os valores do lactato após o esforço,

pois 07 deles não realizaram os testes de esforço, 03 por problemas técnicos e 01 recusou a avaliação.

Não foi encontrada diferença significativa quando comparados os valores do lactato após o esforço entre o grupo EENM e o grupo controle com pequeno tamanho do efeito. Sendo encontrada porém, uma elevação significativa nos valores do lactato sanguíneo após o esforço quando comparado aos valores de repouso no grupo controle, o que não ocorreu no grupo EENM.

Tabela 3. Lactato Sanguíneo repouso e após esforço no 5PO em ambos os grupos EENM e Controle: Lactimetria capilar

Variável	Grupos								
	EENM			Controle			Efeitos Gerais		
	Repouso (n=22)	Esforço (n=18)	Valor <i>p</i> ^a	Repouso (n=19)	Esforço (n=16)	Valor <i>p</i> ^b	Valor <i>p</i> ^c	IC (95%)	TE ^d
Lactato (mmol/l)	3,07 ±1,17	3,91 ±2,04	0,081	3,23 ±1,22	4,87 ±3,24	0,033	0,302	0,96 (-0,91a 2,83)	0,333

Valores expressos em média ± DP do grupos, média da diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; DP, desvio-padrão; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito.

^a valor de *p* grupo intervenção, teste t pareado, **p* < 0,05.

^b valor de *p* grupo controle, teste t pareado, **p* < 0,05.

^c valor de *p* intergrupo, teste t para amostras independentes 5PO, **p* < 0,05.

^d Hedges' *g* (variação do Cohen's *d*): pequeno >0,20, moderado >0,50, grande >0,80

5.5 Força Muscular

Em se tratando da dinamometria para avaliação de força isométrica para extensão de Joelho, 19 pacientes do grupo EENM e 16 pacientes do grupo controle foram submetidos a esta avaliação no pré-operatório e, 17 pacientes do grupo EENM e 14 pacientes do grupo controle no 5PO. Nos pacientes em que as avaliações não foram realizadas, 14 foram decorrentes de falha técnica, 05 pacientes recusaram fazer a avaliação, 03 pacientes apresentavam sangramento em incisão cirúrgica em membro inferior e 02 pacientes estavam com relato de angina impossibilitando a realização de esforço físico.

Pode-se observar, através dos resultados expostos na tabela 04, que quando comparados os valores do 5PO entre os grupos, não houve diferença significativa com tamanho do efeito moderado, porém observou-se, na análise intragrupo, que houve uma queda significativa na

força muscular para extensão de joelho D e média bilateral no 5PO em relação ao pré-operatório no grupo controle, o que não ocorreu no grupo EENM.

Tabela 4. Força muscular em ambos os grupos EENM e Controle: Dinamometria isométrica para extensão de joelho

Variável	Grupo								
	EENM			Controle			Efeitos Gerais		
Dinamometria Extensão	Pre (n=19)	5PO (n=16)	Valor p^a	Pre (n=17)	5PO (n=14)	Valor p^b	Valor p^c	IC (95%)	TE ^d
Joelho D (Kgf)	28,36 ±20,94	27,70 ±16,23	0,888	33,04 ±17,35	18,49 ±18,29	0,012*	0,155	9,21 (-3,69 a 22,12)	0,537
Joelho E (Kgf)	27,43 ±20,72	30,06 ±18,72	0,499	30,75 ±17,54	20,68 ±15,86	0,054	0,163	9,37 (-4,04 a 22,79)	0,536
Média (Kgf)	28,81 ±22,28	28,88 ±16,84	0,989	31,89 ±16,97	18,88 ±16,97	0,018*	0,117	9,99 (-2,68 a 22,67)	0,592

Valores expressos em média \pm DP nos grupos, média da diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; PO, pós-operatório; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito; D, direito; E, esquerdo.

^a valor de p grupo intervenção, teste t pareado, $*p < 0,05$.

^b valor de p grupo controle, teste t pareado, $*p < 0,05$.

^c valor de p intergrupo, teste t para amostras independentes 5PO, $*p < 0,05$.

^d Hedges' g (variação do Cohen's d): pequeno $>0,20$, moderado $>0,50$, grande $>0,80$

Todos os pacientes foram avaliados no pré-operatório e apresentaram uma média do MRC de membros superiores (MMSS), membros inferiores (MMII) e total dentro dos valores de normalidade e semelhantes em ambos os grupos. No 3 PO, 09 pacientes se recusaram a realizar a força máxima, sendo 04 do grupo EENM e 05 do grupo controle. Em dois pacientes no 5PO, a mensuração da força muscular não foi avaliada, pois também se recusaram a realizar força máxima.

Observou-se uma variação significativa nos valores do MRC MMSS, MMII e total no grupo controle, havendo uma queda no 3PO quando comparado aos valores pré-operatório, com uma tendência à recuperação porém sem retorno aos valores iniciais no 5PO para MRC de MMII ($p = 0,021$) e total ($p = 0,032$), retornando apenas para MRC de MMSS ($p = 0,141$). Não houve diferença significativa nos valores de MRC entre os momentos de avaliação no grupo EENM. Quando comparada a força muscular através do MRC de MMSS, MMII e total entre os grupos controle e EENM também não foi verificada diferença significativa, com tamanho do efeito moderado para MMSS e MRC total, e pequeno para MMII. Dados adicionais expostos na tabela 5.

Tabela 5. Força Muscular em ambos os grupos EENM e Controle: Medical Research Council

Variáveis	Grupo						Diferença entre os grupos				
	Pre		3PO		5PO		Valor p^b	3PO menos Pre	5PO menos Pre	Efeitos Gerais ^a	
	EENM (n = 23)	Con (n = 22)	EENM (n = 19)	Con (n = 17)	EENM (n = 22)	Con (n = 21)		EENM menos Con	EENM menos Con	Valor p^c	TE ^d
MRC MMSS	29,13 ±1,98	29,09 ±1,47	27,32 ±3,23	25,82 ±3,66	27,41 ±3,39	28,10 ±3,21	0,053 ^e 0,001 ^{*f}	1,3 (-0,84 a 3,44)	-0,82 (-2,85 a 1,21)	0,390	0,140
MRC MMII	28,78 ±2,17	29,23 ±1,23	28,26 ±2,28	27,53 ±2,32	28,18 ±2,22	27,86 ±2,83	0,989 ^e 0,022 ^{*f}	1,14 (-0,24 a 2,53)	0,61 (-0,91 a 2,13)	0,338	0,041
MRC Total	57,91 ±3,12	58,32 ±2,38	55,58 ±4,93	53,35 ±5,13	55,59 ±5,07	55,95 ±5,28	0,108 ^e 0,001 ^{*f}	2,45 (-0,59 a 5,49)	-0,22 (-3,15 a 2,71)	0,104	0,099

Valores expressos em média ± DP nos grupos, diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; Con, controle; DP, desvio-padrão; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito; PO, pós-operatório; MRC, Medical Research Council; MMSS, membros superiores; MMII, membros inferiores.

^a Análise de Variância (ANOVA) 3 × 2

^b Valor de p intragrupo, ANOVA, representando a interação do efeito do tempo por grupo na variável dependente, $*p < 0,05$

^c Valor de p intergrupo, ANOVA, $*p < 0,05$

^d Eta-square: pequeno >0,01, moderado >0,06, grande >0,14

^e ANOVA relacionada ao grupo intervenção

^f ANOVA relacionada ao grupo controle

Em relação à preensão palmar, um paciente do grupo EENM se negou a realizar a dinamometria no 5PO, por conta do acesso no membro superior direito. No 3PO, houveram 05 recusas à realização da avaliação, sendo 03 do grupo EENM e 02 do grupo controle, e 01 paciente do grupo EENM não conseguiu realizar por conta de edema importante em membros superiores. Conforme os resultados apresentados na tabela 06, não foi encontrada diferença significativa entre os valores da preensão palmar entre os grupos controle e EENM com tamanhos do efeito insignificante, para preensão esquerda e preensão bilateral, e pequeno, para preensão direita. Sendo que, na avaliação intragrupo houve queda significativa dos valores nos momentos de estudo, especialmente no 3PO para ambos os grupos, com uma tendência à elevação da força de preensão palmar no 5PO porém sem retorno aos valores pré-operatório ($p < 0,001$).

Tabela 6. Força Muscular em ambos os grupos EENM e Controle: Preensão Palmar

Variáveis	Grupo						Diferença entre os grupos				
	Pre		3PO		5PO		Valor p^b	3PO menos Pre	5PO menos Pre	Efeitos Gerais ^a	
	EENM (n = 23)	Con (n = 22)	EENM (n = 20)	Con (n = 19)	EENM (n = 22)	Con (n = 22)		NMES menos Con	EENM menos Con	Valor p^c	TE ^d
Preensão palmar D (Kgf)	74,61 ±26,43	70,95 ±19,72	56,85 ±24,58	50,32 ±16,16	57,72 ±26,73	54,27 ±18,24	0,036* 0,001* (-8,13 to 11,23)	1,55 (-11,39 to 5,98)	-2,71 (-11,39 to 5,98)	0,730	0,016
Preensão palmar E (Kgf)	74,91 ±26,51	70 ±20,17	49,40 ±24,87	44,32 ±16,92	57,65 ±27,40	50,86 ±15,17	0,005* <0,001* (-12,02 to 10,53)	-0,75 (-12,02 to 10,53)	1,85 (-6,34 to 10,09)	0,842	0,004
Preensão palmar (Kgf)	74,76 ±26,13	70,48 ±19,27	52,22 ±24,19	46,19 ±16,19	56,43 ±26,90	52,57 ±15,68	0,010* <0,001* (-9,22 to 10,02)	0,4 (-9,22 to 10,02)	-0,42 (-7,78 to 6,95)	0,882	0,006

Valores expressos em média ± DP nos grupos, diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; Con, Controle; DP, desvio-padrão; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito; PO, pós-operatório; D, direito; E, esquerdo; Kgf, quilograma-força.

^a Análise de Variância (ANOVA) 3 × 2

^b Valor de p intragrupo, ANOVA, representando a interação do efeito do tempo por grupo na variável dependente, $*p < 0,05$

^c Valor de p intergrupo, ANOVA, $*p < 0,05$

^d Eta-square: pequeno >0,01, moderado >0,06, grande >0,14

^e ANOVA relacionada ao grupo intervenção

^f ANOVA relacionada ao grupo controle

5.6 Eletromiografia de superfície

Em relação às variáveis da EMG avaliadas no presente estudo, 07 pacientes (03 do grupo controle e 04 do grupo EENM) não foram considerados para análise do RMS no pré-operatório e 10 pacientes (05 de cada grupo) no 5 PO e, em relação à FM, 18 pacientes no pré-operatório (09 de cada grupo) e 20 pacientes (10 de cada grupo) no 5PO não tiveram esta variável analisada. Dentre as causas estão dados não válidos (falha na captação do sinal) em 04 pacientes para RMS e 25 análises para FM, 09 recusas em realizar a avaliação, 02 pacientes apresentando dor torácica e 02 pacientes com sangramento em incisão cirúrgica.

A tabela 7 demonstra o comportamento da atividade eletromiográfica a partir do RMS, observando-se que não houve diferença desta variável entre os grupos EENM e controle, com pequeno tamanho do efeito. Quando analisados os resultados intragrupo, observou-se porém uma redução significativa nos valores de RMS no 5PO em relação ao pré-operatório no grupo controle, o que não foi observado no grupo experimental.

Tabela 7. Atividade Eletromiográfica do Reto Femoral em ambos os grupos EENM e Controle: RMS

Variável	Grupos								
	EENM			Controle			Efeitos gerais		
	Pre (n=19)	5PO (n=18)	Valor <i>p</i> ^a	Pre (n=19)	5PO (n=17)	Valor <i>p</i> ^b	Valor <i>p</i> ^c	IC (95%)	TE ^d
RMS	104,97 ±	71,79	0,278	86,33	46,76	0,021*	0,214	27,47	0,423
MID	102,78	±77,72		±64,48	±28,14			(-16.42 a 66.47)	
RMS	88,62	75,07	0,547	72,91	47,59	0,021*	0,164	25,03	0,476
MIE	±58,78	±76,16		±34,87	±26,64			(-12.97 a 67.92)	
RMS	96,79	73,43	0,332	79,41	47,18	0,011*	0,179	26,25	0,459
MMII	±68,01	±76,37		±45,50	±23,39			(-13.76 a 66.27)	

Valores expressos em média ± DP nos grupos, média da diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; PO, pós-operatório; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito, RMS, *Root Mean Square*; MIE, membro inferior esquerdo; MID, membro inferior direito; MMII, membros inferiores.

^a valor de *p* grupo intervenção, teste t pareado, **p* < 0,05.

^b valor de *p* grupo controle, teste t pareado, **p* < 0,05.

^c valor de *p* intergrupo, teste t para amostras independentes 5PO, **p* < 0,05.

^d Hedges' *g* (variação do Cohen's *d*): pequeno >0,20, moderado >0,50, grande >0,80

Em relação à variável eletromiográfica frequência mediana, observa-se de acordo com os resultados expostos na tabela 8, que não houve diferença significativa entre os grupos EENM

e controle com tamanho do efeito insignificante. Quanto à análise intragrupo, também não houve significância estatística para os valores de frequência mediana em ambos os grupos.

Tabela 8. Atividade Eletromiográfica do Reto Femoral em ambos os grupos EENM e Controle: Frequência Mediana

Variável	Grupo						Efeitos gerais		
	EENM		Valor <i>p</i> ^a	Controle		Valor <i>p</i> ^c	Valor IC (95%)	TE ^d	
Pre (n=13)	5PO (n=12)	Pre (n=13)		5PO (n=11)					
FM MID	74,85 ±16,47	70,66 ±9,45	0,445	75,59 ±12,75	70,52 ±12,07	0,323	0,976	0,13 (-9.22 a 9.49)	0,013
FM MIE	73,57 ±15,41	72,29 ±15,31	0,837	68,61 ±10,68	71,37 ±14,27	0,594	0,883	0,92 (-11.96 a 13.79)	0,062
FM MMII	73,93 ±12,09	71,47 ±11,83	0,613	71,90 ±10,98	70,95 ±12,05	0,841	0,917	0,53 (-9.84 a 10.89)	0,044

Valores expressos em média ± DP nos grupos, média da diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; PO, pós-operatório; DP, desvio-padrão; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito, FM, Frequência Mediana; MID, membro inferior direito; MIE, membro inferior esquerdo; MMII, membros inferiores.

^a valor de *p* grupo intervenção, teste t pareado, **p* < 0,05.

^b valor de *p* grupo controle, teste t pareado, **p* < 0,05.

^c valor de *p* intergrupo, teste t para amostras independentes 5PO, **p* < 0,05.

^d Hedges' *g* (variação do Cohen's *d*): pequeno >0,20, moderado >0,50, grande >0,80

5.7 Medida de Independência Funcional

Quanto à variável MIF, todos os pacientes tiveram esta variável analisada no pré-operatório e no 5PO, e apenas 02 pacientes recusaram avaliação no 3PO, 01 de cada grupo, não sendo observada diferença significativa através do valor do *p*, porém com grande tamanho do efeito. Este comportamento foi observado quando avaliados tanto a MIF total, motor e cognitivo conforme observado na tabela 9.

Em relação à análise intragrupo, pode-se observar uma redução significativa dos valores da MIF motor e total, com uma tendência à elevação dos seus valores no 5PO porém sem retorno aos valores basais para MIF motor e total em ambos os grupos, todos com *p* < 0,001. Quanto à MIF cognitivo porém, houve redução dos valores apenas no grupo controle com retorno aos valores basais no 5 PO (*p*=0,273).

Tabela 9. Independência funcional em ambos os grupos EENM e Controle: Escore da Medida de Independência Funcional

Variáveis	Grupo						Diferença entre os grupos				
	Pre		3PO		5PO		Valor p^b	3PO menos Pre	5PO menos Pre	Efeitos Gerais ^a	
	EENM (n = 23)	Con (n = 22)	EENM (n = 22)	Con (n = 21)	EENM (n = 23)	Con (n = 22)		EENM menos Con	EENM menos Con	Valor p^c	TE ^d
MIF Motor	90,04 ±2,01	89,77 ±2,86	66,40 ±13,67	56,47 ±14,61	71,61 ±12,96	73 ±13,16	<0,001 ^{e*} <0,001 ^{f*}	13,68 (-10,16 a 37,53)	3,47 (-18,77 a 25,71)	0,052	0,194
MIF Cognitivo	33,69 ±2,49	34,36 ±1,22	32,50 ±3,46	32,85 ±2,56	32,83 ±3,39	33,86 ±1,72	0,417 ^e 0,039 ^{e*}	0,39 (-4,08 a 4,86)	-0,36 (-1,77 a 1,04)	0,463	0,180
MIF Total	123,73 ±3,36	124,13 ±3,67	98,90 ±15,74	89,33 ±15,75	104,43 ±15,41	106,86 ±13,82	<0,001 ^{e*} <0,001 ^{f*}	14,07 (-12,18 a 40,33)	3,0 (-19,50 a 25,50)	0,059	0,188

Valores expressos em média ± DP nos grupos, diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; Con, controle; DP, desvio-padrão; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito; PO, pós-operatório; MIF, Medida de Independência Funcional.

^a Análise de Variância (ANOVA) 3 × 2

^b Valor de p intragrupo, ANOVA, representando a interação do efeito do tempo por grupo na variável dependente, $*p < 0,05$

^c Valor de p intergrupo, ANOVA, $*p < 0,05$

^d Eta-square: pequeno >0,01, moderado >0,06, grande >0,14

^e ANOVA relacionada ao grupo intervenção

^f ANOVA relacionada ao grupo controle

5.8 Perfil de Saúde de Nottingham

Todos os pacientes responderam ao questionário de qualidade de vida (PSN) no pré-operatório e no 5PO, e apenas 02 pacientes recusaram esta avaliação no 3PO, 01 de cada grupo, não sendo encontrada diferença significativa entre os grupos (tabela 10) com tamanho do efeito moderado para isolamento social e PSN total e pequeno para os demais domínios. Quando analisado o domínio correspondente a Habilidades Físicas, foi encontrada uma variação significativa em ambos os grupos, com uma elevação dos seus escores no 3PO e uma recuperação deste escore no 5PO para o grupo EENM ($p=0,066$) em comparação aos valores basais, que não ocorreu no grupo controle ($p=0,034$).

Tabela 10. Qualidade de Vida em ambos os grupos EENM e Controle: Perfil de Saúde de Nottingham

Variáveis	Grupo						Diferença entre os grupos				
	Pre		3PO		5PO		Valor <i>p</i> ^b	3PO menos Pre	5PO menos Pre	Efeitos Gerais ^a	
	EENM (n = 23)	Con (n = 22)	EENM (n = 22)	Con (n = 21)	EENM (n = 23)	Con (n = 22)		EENM menos Con	EENM menos Con	Valor <i>p</i> ^c	TE ^d
Nível de Energia	27,30 ±31,51	26,18 ±41,42	32,00 ±29,65	32,99 ±33,34	24,17 ±28,03	18,36 ±27,29	0,666 ^e 0,372 ^e	-2,25 (-26,88 a 22,36)	4,69 (-13,89 a 23,26)	0,753	0,011
Dor	20,98 ±25,19	20,03 ±25,30	33,17 ±27,37	37,87 ±29,03	39,59 ±32,36	33,14 ±22,51	0,057 ^e 0,078 ^e	-3,85 (-21,66 a 13,96)	6,35 (-11,05 a 23,77)	0,312	0,036
Reações emocionais	29,74 ±22,25	24,77 ±28,43	18,01 ±21,38	14,71 ±23,62	23,52 ±31,20	11,30 ±14,25	0,294 ^e 0,131 ^e	-1,28 (-15,39 a 12,82)	7,25 (-9,37 a 23,87)	0,443	0,036
Sono	32,38 ±35,65	21,77 ±29,99	35,79 ±33,22	34,03 ±30,93	42,08 ±35,89	34,46 ±27,31	0,632 ^e 0,269 ^e	-9,36 (-29,77 a 11,03)	-2,98 (-24,90 a 18,94)	0,642	0,019
Habilidades Físicas	18,53 ±17,75	12,45 ±20,27	36,38 ±26,66	41,36 ±31,21	30,51 ±24,73	27,31 ±24,52	0,034* 0,002*	-8,33 (-27,87 a 11,21)	-2,87 (-17,14 a 11,39)	0,458	0,045
Isolamento social	14,84 ±22,09	13,10 ±20,73	8,18 ±20,05	16,54 ±28,89	10,92 ±20,11	5,12 ±9,66	0,548 ^e 0,187 ^e	-9,8 (-25,49 a 5,81)	4,06 (-7,51 a 15,65)	0,061	0,122
Total	143,78 ±98,57	117,41 ±126,72	163,52 ±119,15	177,52 ±137,05	170,81 ±122,39	129,69 ±82,19	0,685 ^e 0,212 ^e	-32,40 (-103,95 a 39,143)	48,91 (-7,49 a 105,33)	0,112	0,081

Valores expressos em média ± DP nos grupos, diferença entre os grupos (95% IC) e estimativa do tamanho do efeito geral.

EENM, eletroestimulação neuromuscular; Con, controle; IC, Intervalo de Confiança; TE, tamanho do efeito; PO, pós-operatório.

^a Análise de Variância (ANOVA) 3 × 2

^b Valor de *p* intragrupo, ANOVA, representando a interação do efeito do tempo por grupo na variável dependente, **p* < 0,05

^c Valor de *p* intergrupo, ANOVA, **p* < 0,05

^d Eta-square: pequeno >0,01, moderado >0,06, grande >0,14

^e ANOVA relacionada ao grupo intervenção

^f ANOVA relacionada ao grupo controle

6. DISCUSSÃO

6.1 Conformidade com a intervenção

A adesão e a percepção do paciente em relação ao uso da EENM com uma baixa taxa de eventos adversos são aspectos importantes observados neste estudo. Com uma taxa de adesão de 86,52% e 95,97% de sessões completas, foram encontrados valores semelhantes a um outro estudo em que 89,7% dos pacientes em pós-operatório cardíaco completaram as sessões de EENM programadas (IWATSU et al., 2015), apesar de utilizarem este recurso somente uma vez ao dia. Observou-se porém, valores inferiores ao estudo de Fischer que utilizou a EENM em pacientes críticos em pós-operatório cardíaco em que 93,8% das sessões programadas foram desenvolvidas, entretando com um período de 30 minutos de EENM, sendo esse inferior ao tempo de aplicação do presente estudo. Uma taxa de adesão de 89% e 89,6%, semelhante aos achados deste estudo, também foi encontrada em 2 pesquisas realizadas em pacientes com insuficiência cardíaca crônica (BANERJEE et al. 2009; ENNIS et al., 2017).

Além disso, apenas 2 pacientes solicitaram a interrupção da conduta por desconforto local e 2 relataram dor em 1 sessão. Segundo Iwatsu et al. (2015), a taxa atribuível à dor é particularmente importante quando se aplica a EENM imediatamente após a cirurgia cardíaca pois a dor promove uma elevação na atividade simpática, o que pode levar a arritmias cardíacas pós-operatórias.

Em relação à satisfação dos pacientes com o uso da EENM, todos relataram que utilizariam a terapêutica novamente e se sentiram satisfeitos com a EENM, e apenas 16,67% relataram ser desconfortável, principalmente devido à longa duração. No presente estudo foi utilizada uma duração de pulso de 400 μ s o que pode ter evitado o recrutamento de fibras nociceptivas e minimizado o desconforto da ativação muscular conforme citado por outros autores (COLLINS; BURK; GANDEVIA, 2002; PANIZZA et al., 1998). Valores superiores de relato de desconforto foram encontrados no estudo de Fischer et al. (2016) apesar de utilizarem mesma duração de pulso de 400 μ s e menor tempo de EENM 30 minutos por 2 vezes ao dia, porém com diferentes protocolos de ajuste de frequência.

Estes resultados reforçam a aplicabilidade clínica do recurso em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca pois foi bem tolerado pelos pacientes durante a fase aguda,

momento em que estes já são tão invadidos e sujeitos a dor, corroborando com achados prévios na literatura (IIDA et al, 2014; LIMA et al., 2011).

6.2 Testes de Deambulação

Quanto aos testes de deambulação, o presente estudo demonstrou que apesar de não ter sido encontrada diferença significativa na distância percorrida nem na velocidade da marcha no 5PO entre os grupos, o grupo EENM obteve valores da distância percorrida no TC6 mais próximos do previsto para a alta hospitalar, do que o grupo controle, sendo essa diferença de 6,48% favorável ao grupo EENM, porém também sem significância estatística.

Estudos em pacientes cardiopatas têm demonstrado a efetividade do uso da EENM quando utilizada em maiores períodos em pacientes não hospitalizados com insuficiência cardíaca crônica, em relação à capacidade de exercício (DOBSÁK et al., 2006; NUHR et al., 2004), distância percorrida (DOBSÁK et al., 2006; NUHR et al., 2004; KARAVIDAS et al., 2008) e tolerância à fadiga (QUITAN et al., 2001).

A metanálise publicada por Gomes Neto et al. (2016) na população de pacientes com insuficiência cardíaca mostrou inclusive uma significativa melhora na distância percorrida para os estudos em que a EENM foi aplicada por mais de 30 horas, comparada com a melhora observada nos estudos em que a EENM foi utilizada por menos de 30 horas.

Em pacientes hospitalizados para compensação clínica de insuficiência cardíaca, Araújo et al. (2012), verificaram que a EENM, realizada duas vezes ao dia, durante 60 minutos, com média de 16 dias de aplicação, promoveu um aumento na distância percorrida no TC6 em relação ao grupo controle. Resultados diferentes foram encontrados na presente pesquisa, onde a população estudada era de pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca e com um protocolo de apenas 5 dias de aplicação da EENM.

Um ensaio clínico prévio mostrou os efeitos da EENM no pós-operatório cardíaco, sendo seu público alvo pacientes críticos e com maior tempo médio de permanência na UTI (06 dias). Observou-se que a EENM, através de um protocolo com frequência de 66Hz, 2 vezes ao dia, por 30 minutos e mediana de intensidade de 40 – 40,5 mA, não promoveu nenhum efeito significativo quando observados os valores do Timed-up and Go, um teste em que são

observadas algumas manobras funcionais, dentre elas o caminhar, comparado ao grupo controle (FISCHER et al., 2016).

A EENM tem sido objeto de vários estudos publicados, incluindo porém uma ampla variedade de protocolos, não havendo consenso sobre os parâmetros, o que dificulta inclusive as comparações. Na presente pesquisa, foi utilizada uma frequência de 50Hz e estudos prévios têm mostrado que frequências superiores a 50 Hz induzem o aumento da capacidade de fibras glicolíticas, da proporção de fibras tipo II e do tamanho da fibra muscular, tendo sido utilizada para força muscular (DELITTO et al., 1989; SNYDER-MACKLER et al., 1994). Enquanto que frequências de pulso menores de 20Hz aumentam a capacidade de enzimas oxidativas e a proporção de fibras tipo I, podendo ajudar a aumentar a capacidade aeróbica em pacientes com insuficiência cardíaca (DELEY et al., 2005; SAITOH et al., 2016).

O parâmetro de frequência adotado no presente estudo (50Hz) poderia ser uma outra hipótese que poderia explicar a não ocorrência de resultados significativos em relação à distância percorrida no TC6. Apesar de, estudos demonstrarem que tanto a força muscular quanto a capacidade aeróbica são fatores importantes para o desempenho em testes de deambulação (HERNÁNDEZ-LUÍS et al., 2017).

Somando-se a isso, os valores encontrados da distância percorrida no TC6, na presente pesquisa, foram inferiores aos relatados num estudo retrospectivo (LA ROVERE et al., 2015) com dados de 330 pacientes cardíacos cirúrgicos. Tal fato pode ser justificado pelos diferentes momentos de aplicação do TC6, 5PO (246,75m) e 9PO (381m), respectivamente, o que proporcionou maior tempo de recuperação. Observa-se também que, neste período, ambos os grupos possuem valores de distância percorrida muito reduzidos, inferiores a 300 metros, apresentando ainda um declínio funcional. E, alguns autores, afirmam que o TC6 é uma medida confiável para prever o aumento da mortalidade entre pacientes cardíacos, sendo a distância menor que 300 metros, um forte indicador de mau prognóstico (FUMAGALLI et al., 2010; MORALES-BLANHIR et al., 2011).

Alguns estudos tiveram como objetivo estimar a diferença mínima clinicamente importante do valor de TC6 em determinados perfis de pacientes. Holland et al. (2010) constataram o valor de 25 metros, Swigris (2010) relatou o valor de 28 metros, Gremeaux et al. (2011) observaram um valor de 25 metros em pacientes de um programa de RCV e

Shoemaker et al. (2013) detectaram uma diferença clinicamente importante de 30 metros em pacientes com insuficiência cardíaca. Comparando-se então com o resultado desse estudo, o grupo controle teve uma diferença de 15,36 metros no valor do TC6 em relação ao grupo EENM, valor então não considerado como clinicamente relevante.

Além disso, nessa pesquisa, avaliando a velocidade de marcha através do T10 no pós-operatório obteve-se uma velocidade de 0,68 m/s no grupo eletroestimulado e de 0,76 m/s no grupo controle. Sendo que, com esses valores de velocidade, os pacientes apresentariam uma independência limitada na comunidade (ANDREWS et al., 2012; SCHIMID et al., 2007).

Com isso, percebe-se a necessidade da continuidade da participação destes pacientes em programas de reabilitação cardíaca, pois estes ainda apresentam uma baixa capacidade funcional de exercício e não possuem autonomia para realizar suas atividades de vida diária de forma independente na comunidade.

6.3 Lactimetria

Em relação à lactimetria capilar, observou-se a partir do presente estudo, que a EENM não provocou diferença nos valores do lactato após o esforço, porém foi observada uma maior diferença entre o repouso e após o esforço no grupo controle, o que não ocorreu no grupo EENM, sugerindo que apesar da distância percorrida ser semelhante entre os grupos, o grupo controle teria atingido maiores intensidades de esforço, indicando a maior utilização de reservas de glicose advindas de um sistema anaeróbico de energia.

Diferentes dos achados encontrados na presente pesquisa, um trabalho anterior, realizado por Araújo et al. (2012) com pacientes hospitalizados por insuficiência cardíaca, mostrou que o grupo eletroestimulado foi capaz de atingir maiores distâncias percorridas, com menores níveis de lactato sanguíneo após o TC6, em comparação com o grupo controle. Os pacientes deste estudo, porém, foram submetidos a um maior período de utilização deste recurso, com uma média de 16 dias de EENM.

Segundo a literatura, grandes aumentos na concentração de lactato sanguíneo indicam a utilização de reservas de glicose advindas de um sistema anaeróbico de energia (SIQUEIRA; ARRUDA; SCHWINGEL, 2015). Heck et al. (1985), sugerem que quando o lactato sanguíneo atinge a concentração próxima a 4,0 mM corresponde ao limiar anaeróbico, sendo a intensidade

máxima de esforço capaz de ser mantido o predomínio energético do sistema aeróbio. No presente estudo, o grupo controle apresentou valores médios de 4,87, superiores aos níveis citados por Heck et al. (1985), enquanto o grupo EENM atingiu valores inferiores, de 3,91 mM, sugerindo um predomínio aeróbio somente para este grupo.

Estudos prévios têm mostrado que pacientes com doença cardíaca apresentam maior concentração de ácido láctico no sangue arterial do que o encontrado em indivíduos normais em níveis similares de exercício. Este maior aumento na concentração de ácido láctico no sangue arterial estaria relacionado dentre outros fatores, ao fluxo sanguíneo reduzido no membro inferior que ocorreu durante o exercício (DONALD; GLOSTER; HARRIS, 1961; FERRAZ; JÚNIOR, 2006). Podendo-se sugerir que, no presente estudo, a EENM poderia ter promovido um aumento do fluxo sanguíneo e perfusão nos MMII, e conseqüentemente uma maior capacidade oxidativa muscular evitando-se elevações significativas do lactato sanguíneo após o esforço nestes pacientes, o que não ocorreu no grupo controle.

Os efeitos da estimulação elétrica na perfusão em músculos humanos podem ser inferidos de experimentos animais onde é possível demonstrar a distribuição do fluxo sanguíneo em específicos tipos de fibras musculares, observando-se que a perfusão capilar de fibras glicolíticas é aumentada com a EENM até mesmo mais que nos exercícios aeróbicos moderados voluntários (HARGREAVES et al., 1990). Um efeito seletivo da estimulação de baixa freqüência em melhorar a perfusão de fibras glicolíticas ocorreu após apenas alguns dias em um estudo com coelhos (HUDLICKA et al., 1982).

Um estudo realizado em sujeitos saudáveis (BROWN et al., 2001), encontrou inclusive que um programa de 4 semanas de EENM promoveu um aumento em dobro na capacidade de filtração microvascular, sugerindo mudanças na perfusão, reforçando a hipótese levantada na presente pesquisa para a menor variação dos níveis de lactato capilar em relação ao repouso no grupo EENM.

Um outro estudo de Gerovasili et al. (2009) mostrou que a EENM aplicada em membros inferiores promoveu efeitos sistêmicos, com impacto inclusive na microcirculação tenar dos pacientes críticos. Estes autores relatam alguns mecanismos que poderiam explicar estas alterações sistêmicas, como uma maior absorção de glicose em todo o corpo, aumento do débito cardíaco, uma maior absorção de oxigênio parcialmente atribuída a uma melhora na função

mitocondrial com o uso da EENM, bem como o papel das citocinas, sendo que estes fatores precisariam ser melhor explorados em futuros estudos. Estes mecanismos também poderiam também estar relacionados a uma menor elevação dos níveis de lactato no grupo EENM na presente pesquisa.

Além disso, outros autores também têm demonstrado que a EENM aumenta a atividade de enzimas oxidativas nas fibras musculares esqueléticas (SAITOH et al., 2016). Nuhr et al. (2004) relatou que a EENM de baixa frequência promove significantes aumentos na atividade da citrate sintase, um marcador mitocondrial, concomitantemente com o decréscimo do gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, uma enzima marcadora da glicose anaeróbica em pacientes com insuficiência cardíaca severa.

Por fim, a análise do lactato é uma importante variável a ser estudada nesta população sendo, a elevação de seus níveis previamente utilizada inclusive como prognóstico indicador de baixo débito cardíaco em pacientes adultos e associados a um risco aumentado de mortalidade em pacientes pediátricos pós-operatório (BASARAN et al., 2006).

6.4 Força Muscular

Em relação à força isométrica para extensão de joelho, a EENM, apesar de não demonstrar efeitos estatisticamente significativos, promoveu um ganho de 34,63% na força muscular dos pacientes eletroestimulados em relação aos pacientes do grupo controle, com estimativa moderada do tamanho do efeito. Foi observado também que a EENM foi capaz de promover a preservação da força muscular, quando comparado o pré com o 5PO, enquanto o grupo controle apresentou uma queda significativa da força no pós-operatório.

Efeitos positivos da EENM em pacientes cardiopatas foram demonstrados em uma revisão sistemática que incluiu 5 ensaios clínicos randomizados em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva, mostrou que a maioria dos estudos encontrou efeitos positivos deste recurso na função do músculo esquelético (SILLEN et al., 2009). Uma metanálise também reforça esses achados, mostrando que a EENM em pacientes com insuficiência cardíaca promove melhora significativa na força muscular (GOMES NETO et al., 2016).

Tem sido relatado também que a EENM quando é implementada por mais de 4 semanas, melhora a força muscular do quadríceps em pacientes com DPOC (VIVODTZEV et al., 2006;

NEDER et al., 2002), e insuficiência cardíaca crônica, observando-se inclusive aumentos em torno 25% na força deste músculo (BANERJEE et al., 2009; QUITTAN et al., 2001; HARRIS et al., 2003), semelhantes aos achados da presente pesquisa.

Contudo, o presente estudo demonstrou que mesmo um menor período do uso do recurso imediatamente após a cirurgia cardíaca foi suficiente para prevenir a perda de força muscular isométrica para extensão de joelho no grupo EENM, o que não ocorreu no grupo controle. Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Iwatsu et al. (2017) que também utilizou o recurso por apenas 5 dias nesta população, sendo que estes autores encontraram a perda de força muscular em ambos os grupos porém com maiores valores de força no grupo EENM quando comparado ao grupo controle no 7PO.

Resultados semelhantes quanto aos efeitos positivos da EENM observados na presente pesquisa, foram relatados no estudo de Fischer et al. (2016) em que a média de aplicação foi de 6 dias também em pacientes em pós-operatório cardíaco, porém sendo seu público alvo pacientes críticos e com maior tempo médio de permanência na UTI. Observou-se que a recuperação de força para extensão de joelho (avaliada pelo MRC para extensão de joelho) foi mais rápida no grupo EENM apesar de não promover nenhum efeito significativo na espessura e força muscular no momento da alta hospitalar.

A manutenção da força muscular isométrica para extensão de joelho observada no grupo EENM (Pré= $28,81 \pm 4,21$, 5PO= $28,88 \pm 4,21$) no presente estudo, pode ser explicada em parte pela prevenção da degradação da proteína muscular (redução da degradação miofibrilar). Este achado pôde ser observado no estudo de Iwatsu et al. (2017) em que a EENM preveniu a elevação dos níveis de 3-MH/Cre (Metilhistidina/Creatinina), um índice de proteólise muscular, dentro de 5 dias após a cirurgia cardiovascular, mesmo em pacientes em um estado hipercatabólico.

Outros mecanismos que poderiam explicar seriam a manutenção do estímulo ao anabolismo proteico decorrente do estímulo elétrico, e adaptações neurais sem hipertrofia muscular como observado em estudo prévio após EENM por menos de 4 semanas em sujeitos saudáveis (GONDIN et al., 2005) e alguns achados da EMG que serão discutidos no item subsequente desta discussão.

O aspecto mais exclusivo da EENM é a ordem de ativação de unidades motoras, que é bastante diferente do padrão de recrutamento fisiológico modulado pelo Princípio do Tamanho de Henneman et al. (1965), favorecendo primeiramente a ativação de unidades motoras rápidas, de motoneurônios de maior diâmetro (fibras do tipo II) menos resistentes à passagem do estímulo, em relação às fibras musculares lentas (fibras tipo I), de motoneurônios de menor diâmetro; havendo com isso um recrutamento "desordenado", mesmo em níveis relativamente baixos de força evocada (MAFFIULETTI, 2010; GREGORY; BICKEL, 2005), promovendo com isso um maior estímulo para recrutamento de fibras de força.

Quanto aos parâmetros da EENM utilizados no presente estudo, os valores de frequência de 50Hz também podem ter favorecido o desenvolvimento de força como demonstrado em outros estudos (DELITTO et al., 1989; SNYDER-MACKLER et al., 1994). Além disso, apesar da controvérsia na literatura em relação à duração de pulso ótima para potencializar o torque muscular, valores de 400 μ s podem favorecer um maior recrutamento de unidades motoras com um maior pico de torque gerado pela estimulação elétrica. Estudos anteriores mostraram que a elevação da duração de pulso de 150-450 μ s aumentou o pico de torque em 55%. Um outro estudo de Gorgey e Dudley (2008) que testou 2 protocolos de EENM também demonstrou que a duração crescente de pulso é responsável pela maximização do torque.

Em relação à força muscular global, observou-se que a EENM não trouxe efeitos significativos quando avaliados os valores do escore do MRC no 5PO, observando-se um tamanho do efeito pequeno-moderado, e pequenas diferenças em relação aos valores absolutos entre os grupos. Porém, o grupo controle apresentou redução nos valores do MRC no pós-operatório, o que não ocorreu no grupo EENM.

Estudos anteriores, em outros perfis de pacientes, já demonstraram que os efeitos da EENM vão além dos resultados nos músculos estimulados, mostrando que a EENM aplicada unilateralmente aumenta a força muscular contralateral (HORTOBÁGYI et al., 1999; HUANG et al., 2007), e que a EENM aplicada em MMII aumenta o escore de força muscular global avaliada através do MRC em pacientes críticos (ROUTSI et al., 2010; KARATZANOS et al., 2012).

Semelhantes aos resultados do presente estudo, porém com momentos de avaliação final diferentes, um estudo previamente publicado que demonstra os efeitos da EENM aplicada na UTI especificamente em pacientes pós-operatório cardíaco (Fischer et al., 2016), não observou diferença no momento da alta hospitalar nos valores do MRC entre os grupos, assim como não foi encontrada diferença no 5PO na presente pesquisa. Porém, este mesmo estudo, analisando o efeito do tempo na análise de variação da força em cada grupo, observou que os pacientes do grupo EENM recuperaram a força muscular 4,5 vezes mais rápido que os pacientes do grupo controle. Como os momentos de avaliação foram diferentes entre os grupos, dificulta a comparação mais profunda dos resultados, entretanto podemos afirmar que, em relação à análise intragrupo, o presente estudo, bem como o estudo de Fischer et al. (2016) obtiveram resultados significativos em relação ao uso da EENM.

Um outro estudo de Kho et al. (2015), em que a EENM foi aplicada em distinto perfil de paciente crítico, também mostrou maiores aumentos nos valores do MRC do momento do despertar na UTI até a alta hospitalar no grupo EENM, e não conseguiu demonstrar efeitos da EENM observando-se os valores absolutos do MRC entre os grupos no momento da alta hospitalar. Este fato demonstra a importância de se considerar o fator tempo para avaliar a variação de força muscular.

Porém, uma revisão sistemática publicada por Wageck et al. (2014) que avalia os efeitos da EENM em pacientes críticos, cita que a maioria dos estudos utiliza, para avaliação de força muscular global, o MRC. Apesar deste ser um teste considerável confiável, é uma escala com baixa precisão, em que a avaliação é limitada somente a 5 escores possíveis, diferente dos achados da dinamometria que, por exemplo, apresenta resultados contínuos, podendo ser uma hipótese para explicar diferenças dos resultados observados na presente pesquisa para o MRC e a dinamometria de preensão palmar.

Quanto à variável dinamometria de preensão palmar, observou-se a partir da presente pesquisa que a EENM, aplicada em membros inferiores, não promoveu efeitos na força de preensão e, ambos os grupos, apresentaram uma queda significativa destes valores no pós-operatório em relação aos valores basais mesmo sendo submetidos à intervenção da fisioterapia.

Estes achados corroboram com o estudo já citado anteriormente por Fischer et al. (2016) que também avaliou a força de preensão palmar e não observou efeitos da EENM nesta variável.

Um outro estudo realizado por Karatzanos et al. (2012), também mostrou que a EENM não trouxe benefícios na população de pacientes críticos em relação à força de preensão palmar, diferente dos resultados que os mesmos autores encontraram para a avaliação da força a partir do MRC. Isso ocorreu apesar da dinamometria de preensão palmar ter sido utilizada como substituto para mensuração da força global em pacientes portadores de doenças neuromusculares, bem como em pacientes críticos, inclusive para fazer diagnóstico de fraqueza muscular adquirida na UTI (LATRONICO; RASULO, 2010, ALI et al., 2008). Estes autores levantaram que o tamanho da amostra pode ter sido um possível fator confundidor nas diferenças encontradas entre o MRC e a preensão palmar, o que não foi visto no presente estudo.

O estudo de Iwatsu et al. (2017), porém, encontrou resultados diferentes quando avaliados os valores absolutos da preensão palmar no 7PO entre os grupos, observando-se valores significativamente superiores no grupo EENM em relação ao grupo controle, mesmo a EENM sendo realizada apenas em membros inferiores.

A queda da força de preensão palmar em pacientes em pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca como observado no presente estudo, já tinha sido relatada por outros autores através da dinamometria de preensão palmar (IWATSU et al., 2017; FISHER et al., 2016). Em relação a este aspecto, estudos mostram que a proteólise muscular notavelmente acelera dentro de 48 horas após a cirurgia cardiovascular pelo aumento do catabolismo proteico muscular (IIDA et al, 2014). E, a inatividade física no pós operatório também estimula este gasto muscular pela lentificação da síntese proteica, aceleração da degradação proteica e apoptose de mionúcleos dentro das fibras, fazendo com que os pacientes geralmente apresentem descondicionamento físico, atrofia e fraqueza muscular (IWATSU et al, 2015; CHAMBER; MOYLAN; REID, 2009) fortalecendo a necessidade de outras estratégias, além da fisioterapia convencional realizada, para otimizar a força muscular global destes pacientes. Contudo, os efeitos além da musculatura alvo da EENM, precisam ainda ser melhor explorados em outros estudos.

6.5 Atividade Eletromiográfica

Quanto às variáveis eletromiográficas, foi possível observar que a EENM, não promoveu diferenças nos valores do RMS no 5PO, com pequeno tamanho do efeito. Observou-se, porém, que o grupo controle, diferente do grupo EENM, apresentou redução significativa nos valores do RMS no pós-operatório quando comparado aos valores basais demonstrando um menor recrutamento das unidades motoras do reto femoral associado com a contração muscular isométrica na extensão de joelho. Em relação à Frequência Mediana, não foi observada alteração significativa tanto nos valores inter e intragrupo nos momentos do estudo.

Estes achados do RMS se assemelham aos achados da força de extensão de joelho encontrada na presente pesquisa que, assim como o recrutamento das unidades motoras do reto femoral, reduziu no grupo controle e não no grupo EENM. Esta possível relação da força muscular e atividade eletromiográfica, também foi afirmada por Amaral et al. (2014) que relata que prejuízos nos mecanismos de ativação dos músculos ou de grupos musculares durante uma contração isométrica máxima estão significativamente associados com a redução da força muscular.

A avaliação de parâmetros eletromiográficos é capaz de demonstrar mudanças neurais relacionadas à função física. Assim, pode-se assumir que um aumento na ativação muscular e/ou uma frequência de disparo da unidade motora representa um mecanismo eficiente para aumentar a força muscular particularmente em adultos mais velhos (AMARAL et al., 2014). De Luca (1997) e Ide et al. (2012) afirmam que numa contração isométrica, como realizada no presente estudo, pode haver uma relação quantitativa entre o sinal da EMG, através da avaliação da frequência dos disparos e do número de unidades motoras recrutadas, e a força.

No presente estudo, esta relação foi vista a partir da manutenção da estimativa da amplitude do sinal, relacionada com o recrutamento de unidades motoras e expressa a partir do RMS e a simultânea manutenção da força no grupo EENM, bem como a partir da queda do RMS e da força no grupo controle. Não foi vista porém, relação com a velocidade de propagação dos potenciais de ação das unidades motoras, expressa pela FM (AHMAD, SOM, 2009; ALLEN, LAMB, WESTERBEAD, 2008) pois em ambos os grupos os valores foram mantidos. Estes achados da FM encontrados na presente pesquisa, foram diferentes dos achados do estudo de Saey et al. (2006) que demonstraram que o declínio de força do músculo

quadríceps femoral apresentava relação significativa com a redução da frequência mediana em pacientes DPOC.

Este fato poderia ser levantado como hipótese efeito-causa para reforçar que a perda da força muscular no pós-operatório, estaria relacionada a um menor recrutamento muscular (RMS) e não devido a uma menor velocidade de propagação do potencial de ação (FM). Além disso, estes resultados sugerem que a EENM pode promover efeitos agudos na força a partir do recrutamento de mais unidades motoras para participar da contração muscular.

Moritani e De Vries (1980) afirma que em geral o aumento da força muscular é decorrente de mudanças nos fatores neurais (sinal eletromiográfico) e hipertrofia (aumento da área de secção transversa). Segundo Maffiuletti, Pensine e Martin (2002) porém, o aumento da força muscular durante as fases iniciais do treinamento e com a aplicação da EENM em períodos inferiores a 4 semanas é mais atribuída às adaptações neurais, do que à hipertrofia. Cormie, Caulley e McBride (2007) afirmam ainda que a EENM poderia prevenir e melhorar o desuso próprio da imobilização, produzindo imediatas mudanças aumentando o número de unidades motoras recrutadas, aumentando a velocidade de condução do potencial de ação e recrutamento seletivo de fibras do tipo II.

Além disso, alguns autores relatam que a EENM poderia promover ações nos ramos dos nervos intramusculares e receptores cutâneos (HULTMAN et al., 1983), induzindo então produção de força diretamente pela ativação de axônios motores e indiretamente pelo recrutamento reflexo de neurônios motores espinhais (NIEBAUER et al., 2005), aumentando o impulso voluntário dos centros supraespinhais (MAFFIULETTI, PENSINE, MARTIN, 2002) como mecanismo para aumentar a força muscular (SAITOH et al., 2016).

Na presente pesquisa foi vista associação do uso da EENM com o número de unidades motoras recrutadas porém não com a velocidade de condução. Isto pode ter ocorrido pelo menor número amostral dos dados de FM em relação ao RMS.

Além disso, algumas questões metodológicas da eletromiografia podem fragilizar a relação das suas variáveis com a força. Dentre elas, o fato do volume de detecção do eletrodo ser menor do que o volume do músculo (DE LUCA, 1997) e a frequente presença de artefatos ou ruídos como a interferência da corrente elétrica da rede bem como de eventuais sinais oriundos de aparelhos utilizados em regiões próximas, que se caracterizam como interferências

cuja origem é distinta da atividade elétrica neuromuscular (SODERBERG, KNUTSON, 2000). Apesar do cuidado com este aspecto na presente pesquisa na tentativa de minimizá-los durante a aquisição e tratamento dos dados, o fato das avaliações terem sido feitas em ambiente hospitalar com proximidade da UTI pode ter levado a interferência nos valores obtidos.

Poucos estudos verificaram os efeitos da EENM na atividade eletromiográfica muscular. O estudo de Miura et al. (2012) investigou os efeitos crônicos da EENM durante 8 semanas na musculatura abdominal de pessoas idosas inativas e dentre outros resultados verificou que a EENM aumentou a atividade muscular elétrica avaliada pela EMG.

Da mesma forma, o estudo de Augusto et al. (2008) demonstrou um aumento estatisticamente significativo na intensidade de ativação do músculo vasto medial oblíquo, verificado através da EMG, imediatamente após a estimulação elétrica deste músculo em indivíduos saudáveis, justificando que estes resultados podem ter ocorrido como resultado de uma alteração no controle motor, relativo à quantidade de unidades motoras recrutadas, conforme também observado na presente pesquisa.

Uma preocupação relacionada ao uso da EENM seria o fato da estimulação neuromuscular repetitiva levar a um declínio do desempenho muscular denominado fadiga. (ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008). O decréscimo da frequência mediana representa o comportamento clássico do sinal eletromiográfico observado frente a essa situação (KUPA et al., 1995; AMENT et al., 1993; BILODEAU et al., 2003; SODERBERG; KNUTSON, 2000) e observações experimentais reportadas na literatura apontam que concomitante ao decréscimo da frequência ocorre um maior recrutamento adicional de unidades motoras pelo sistema nervoso central (ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008).

Neste sentido, alguns trabalhos encontraram redução da FM associados a protocolos de EENM com resultados diferentes encontrados na literatura em relação às maiores causadoras da fadiga muscular, se as frequências baixas (MATSUNAGA; SHIMADA; SATO, 1999; MOLINA; GALAN; GARCIA, 1997; PIRES, 2004) ou altas (GUIRRO, 2000).

Segundo Jones (1996) a recuperação total da fadiga provocada pela EENM pode levar horas ou dias, porém, no trabalho de Pires (2004), foi observado que o aparecimento da fadiga muscular no grupo com EENM de baixa frequência e aplicação única de 30 minutos,

restabeleceu após curto período de repouso, indicado pelo aumento da frequência mediana, o que sugere a recuperação da fadiga muscular, permitindo destacar o início do processo de condicionamento muscular. Achados semelhantes foram observados no presente estudo apesar de não ter sido avaliado o comportamento da FM simultaneamente ou logo após a aplicação da EENM, porém os valores da FM mantidos sem queda no grupo EENM, mostram que não houve prejuízo na avaliação da força muscular o que poderia ter ocorrido caso tivesse sido detectado queda da FM no momento da avaliação.

Um estudo de Marqueste et al. (2003), examinou se a função neuromuscular do reto femoral em seres humanos foi modificada após um período de treinamento de 6 semanas de estimulação elétrica funcional (FES) e se algum efeito persistiu após 6 semanas de um período de recuperação. Foi avaliado entre outros parâmetros, o RMS e a FM durante a contração estática sustentada a 60% da contração voluntária máxima. Após a FES, houve uma atenuação acentuada na diminuição da FM e o aumento de RMS medido em resistência comparado com o membro não estimulado, indicando que a FES melhora a função muscular e provoca alterações na ativação muscular central. Os benefícios da FES persistiram pelo menos por um período de 6 semanas.

No entanto, nossa análise de sensibilidade para os dados de EMG, como resultados secundários incluiu uma subcategoria de pacientes com menor amostra especificamente para a FM visto tanto no dia pré-operatório quanto no 5PO.

6.6 Independência Funcional

Em relação à independência funcional, foi encontrada uma queda significativa da funcionalidade em ambos os grupos no 3PO, sem retorno aos valores basais no 5PO para MIF motor e total. Além disso, EENM não promoveu alteração nos valores da MIF no 5PO, sugerindo que a EENM, quando aplicada em pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca rotineiro e com baixo tempo de permanência na UTI, não influenciou na independência funcional desta coorte em estudo.

O declínio funcional evidenciado, corrobora com achados prévios da literatura que demonstram que após a intervenção cirúrgica os pacientes apresentam redução no seu

desempenho funcional, fortalecendo assim os resultados encontrados. Num estudo de coorte, longitudinal e observacional, realizado por Morais et al. (2010) em que 31 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva foram incluídos, observou-se que a intervenção cirúrgica provocou alterações no desempenho funcional, havendo uma perda deste quando comparado o pré-operatório com o 2/3PO; e um aumento quando comparado o 2/3PO com o 5/6PO. Esses resultados estão de acordo com os encontrados nessa pesquisa, onde houve um declínio funcional no 3PO, e posterior ascendência no 5PO, tanto no grupo EENM quanto no grupo controle, porém sem retorno aos níveis basais.

Ainda corroborando com os achados da presente pesquisa, o estudo de Fischer et al. (2017) em que 54 pacientes críticos em pós-operatório de cirurgia cardiotorácica foram submetidos à EENM, encontrou que a utilização deste recurso não trouxe benefícios em relação à independência funcional destes pacientes. E, os valores de MIF, bem como os níveis de mobilidade, não foram recuperados aos seus níveis funcionais pré-operatórios no momento da alta hospitalar, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, ou seja, esses pacientes são devolvidos à sociedade ainda com declínio funcional e, alguns estudos demonstram que essas deficiências funcionais em pacientes críticos podem persistir de 2 meses a 5 anos após a alta hospitalar (DESAI, LAW, NEEDHAM, 2011).

Similar aos nossos achados, Kho et al. (2015) também mostrou que os níveis funcionais pré-operatórios através da Escala de Estado Funcional em UTI, similar à MIF, não foram restabelecidos no momento da alta hospitalar, independente do paciente ter sido submetido ou não à EENM.

Com relação ao retorno da funcionalidade, e ao contrário dos dados da presente pesquisa, em um estudo randomizado e controlado (ZANOTTI et al., 2003), realizado em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica grave, acamados e sob ventilação mecânica prolongada, constatou-se que o grupo que recebeu EENM associada ao exercício ativo, diminuiu o número de dias necessários para serem transferidos do leito para a poltrona, indicando melhora da funcionalidade desses pacientes. Observa-se, porém, que estes achados foram evidenciados em um outro perfil populacional, com pacientes sujeitos a maiores limitações à mobilização, durante um maior período.

Ao contrário, na presente pesquisa, apesar da queda da funcionalidade observada nos pacientes, tanto no pré-operatório como no 5PO os níveis funcionais encontrados foram considerados satisfatórios, classificados como independência completa/modificada. E, apenas no 3PO, os valores da MIF foram classificados como dependência modificada (assistência de até 25% das tarefas). Isto ocorreu porque os pacientes foram sujeitos a um curto período de sedação, VM, restrição ao leito e tempo de internamento na UTI, fatores esses que favorecem o engajamento precoce e ativo desses pacientes nas intervenções de reabilitação, estando menos vulneráveis a profundas quedas funcionais decorrente da imobilização, em que a EENM poderia proporcionar maiores benefícios (KHO et al., 2015; SCHWEICKERT et al., 2009).

Em relação a este aspecto, Parissis et al. (2015) também relatou que os maiores benefícios da EENM em pacientes com insuficiência cardíaca, ocorrem em grupos mais idosos (75 ± 4 anos) em que os pacientes são mais sedentários e mais prováveis de estarem inaptos para participar de exercícios aeróbicos convencionais e, conseqüentemente, com maiores declínios funcionais.

Um outro aspecto a ser discutido é a relação dos resultados de força e funcionalidade encontrados na presente pesquisa, em que, apesar ter sido observada manutenção da força para extensão de joelho e da força muscular global a partir do MRC no grupo EENM, foi observada queda da MIF. Schardong et al. (2017) afirmaram que apesar da força muscular poder contribuir para funcionalidade, alguns trabalhos tem demonstrado que, no entanto, alguns pacientes tem uma melhora na força no momento da alta hospitalar, enquanto a funcionalidade não é recuperada ao mesmo tempo (FAN et al., 2014). Estes achados podem justificar os resultados da presente pesquisa.

6.7 Qualidade de Vida

Em relação à qualidade de vida, avaliada através do PSN, não foi observado efeito da EENM e seus valores se mantiveram constantes nos momentos do estudo em ambos os grupos. Entretanto, quando avaliado o item especificamente relacionado ao domínio habilidades físicas, em que a EENM poderia ter um impacto mais direto, foi observada uma piora no 3PO, com recuperação dos valores basais apenas no grupo EENM.

Apesar da qualidade de vida ser bem conhecida por ser relacionada à capacidade de exercício, corroborando com os resultados da presente pesquisa, uma recente revisão sistemática de Chen et al. (2016) demonstrou, que a EENM não melhorou os escores de qualidade de vida em pacientes com DPOC moderada a grave, apesar de ter encontrado resultado significativo para melhora da força e capacidade de exercício.

Em outra revisão sistemática realizada por Sillen et al. (2009), pacientes com insuficiência cardíaca apresentaram, ao contrário do presente estudo, resultados positivos significativos com a EENM no *status* de saúde relacionado à doença. Da mesma forma, uma metanálise de Gomes Neto et al. (2016) mostrou que a EENM não é superior ao tratamento convencional com exercício, mas parece contribuir para melhorar a qualidade de vida relacionada à saúde quando os pacientes com insuficiência cardíaca não conseguem participar de exercícios de reabilitação convencionais.

Também em pacientes cardíacos, porém com insuficiência cardíaca refratária listados para transplante, Quittan et al. (2001) relataram significantes melhoras no *status* de saúde relacionado ao 36-Item Short-Form (SF 36) ao realizar um estudo com o objetivo de determinar o impacto de um programa de estimulação neuromuscular (50Hz) dos músculos da coxa por um período de 8 semanas, muito superior ao utilizado no presente estudo. A qualidade de vida aumentou no grupo submetido à EENM, mas não no grupo controle. As subescalas do SF-36 aumentaram significativamente no grupo experimental, especialmente no que diz respeito à função física, papel emocional e função social, concluindo que a EENM em pacientes com insuficiência cardíaca refratária afeta positivamente a percepção de qualidade de vida. A EENM também mostrou efeitos positivos sobre aspectos de qualidade de vida em pacientes com insuficiência cardíaca moderada a severa (SMART; DIEBERG; GIALLAURIA, 2013).

No estudo de Fischer et al. (2016) com pacientes críticos em pós-operatório cardíaco, também como ocorreu na presente pesquisa, não foi verificada diferença significativa dos níveis do SF 12, tanto em relação ao componente físico como mental, entre os pacientes do grupo controle e aqueles submetidos à EENM com um menor período de intervenção. E, ambos os grupos recuperaram os níveis do escore do SF 12 no momento da alta hospitalar.

A diversidade dos resultados encontrados na literatura sobre o impacto da EENM na qualidade de vida pode estar relacionada a diferentes perfis da população em estudo, diferentes graus de comprometimento funcional e diferentes protocolos de utilização do recurso.

6. 8 Limitações

O presente estudo teve algumas limitações. A principal limitação foi a ausência de um maior seguimento tanto da utilização da EENM, como seguimento de avaliação do paciente o que poderia ter levado a diferentes resultados do impacto da EENM. Além disso, a ausência de avaliação pré-operatória das variáveis TC6 e T10, por se tratar de pacientes graves com restrições à realização destes testes, limitou a possibilidade de realizar uma análise intra-grupo, como realizado com as demais variáveis do estudo. Apesar do score MIF e o PSN serem recomendado, podem existir outros scores que possam melhor avaliar a funcionalidade e qualidade de vida deste perfil de paciente. Outra limitação foi referente à dificuldade técnica de alguns instrumentos utilizados que não possibilitaram em alguns momentos a mensuração dos dados de alguns pacientes, especialmente relacionados à dinamometria e eletromiografia. Não houve também o cegamento do paciente em relação ao uso do recurso, por não ser possível devido à natureza da intervenção.

7. CONCLUSÃO

A EENM, quando aplicada em pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, não promoveu efeitos significativos na distância percorrida, velocidade da marcha, lactato sanguíneo após o esforço, força muscular isométrica para extensão de joelho, força muscular global, preensão palmar, atividade eletromiográfica, independência funcional e qualidade de vida, quando comparado ao grupo controle.

Porém, a EENM foi associada à preservação da força muscular para extensão de joelho, do recrutamento das unidades motoras do reto femoral e da força muscular global, a partir do MRC no pós-operatório, o que não ocorreu no grupo controle que apresentou queda destas

variáveis. A EENM também foi associada a elevações não significativas do lactato sanguíneo após o esforço quando comparado ao repouso.

Além disso, foi verificado que ambos os grupos apresentaram queda da preensão palmar, da independência funcional e do domínio habilidades físicas do PSN no pós-operatório sem retorno aos valores basais no 5PO, exceto para habilidades físicas no grupo EENM que apresentou retorno aos valores pré-operatórios.

8. REFERÊNCIAS

ADAMS GR, HARRIS RT, WOODARD D et al. Mapping of electrical muscle stimulation using MRI. **J Appl Physiol**, 74:532– 37, 1993.

AHMAD NASRUL N, SOM M. Surface Electromyography signal processing and application: a review. Proceedings of the International Conference on Man-Machine Systems (ICoMMS), Batu Ferringhi, Penang, MALAYSIA, 2009.

ALI NA, O'BRIEN JM, HOFFMANN SP et al. Acquires weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, 178(3):261-8, 2008.

ALLEN DG, LAMB GD, WESTERBLAD H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiological reviews**, 88(1):287-332, 2008.

AMARAL JF, ALVIM FC, CASTRO EA et al. Influence of aging on isometric muscle strength, fat-free mass and electromyographic signal power of the upper and lower limbs in women. **Braz J Phys Ther**, 18(2):183-190, 2014.

AMENT W, BONGA GJJ, HOF AL et al. EMG median power frequency in an exhausting exercise. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 3(4):214-20, 1993.

AMERICAN THORACIC SOCIETY. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. **Am J Respir Crit Care Med**, 166(1):111-7, 2002.

ANDERSON L, OLDRIDGE, THOMPSON DR et al. Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease Cochrane Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of the American College of Cardiology**, 67(1):1-12, 2016.

ANDREWS AW, CHINWORTH SA, BOURASSA M et al. Update on distance and velocity requirements for community ambulation. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, 33(3):128-34, 2012.

ARAÚJO CJS, GONÇALVES FS, BITTENCOUR HS et al. Effects of neuromuscular electrostimulation in patients with heart failure admitted to Ward. **Journal of Cardiothoracic Surgery**, 7:124, 2012.

ARCÊNCIO L, SOUZA MD, BORTOLIN BS et al. Cuidados pré e pós-operatórios em cirurgia cardiotorácica: uma abordagem fisioterapêutica. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, 23(3):400-41, 2008.

AUGUSTO DD, VENTURA PP, NOGUEIRA JFS et al. Efeito imediato da estimulação elétrica neuromuscular seletiva na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo. **Rev Bras de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 10(12):155-60, 2008.

AYOTTE NW, STETTS DM, KEENAN G et al. Electromyographical analysis of selected lower extremity muscles during 5 unilateral weight-bearing exercises. **J Orthop Sports Phys Ther**, 37:48–55, 2007.

BALADY GJ, ADES PA, BITTNER VA et al. Referral, enrollment, and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs at clinical centers and beyond: a presidential advisory from the American Heart Association. **Circulation**, 124:2951–60, 2011.

BALADY GJ, WILLIAMS MA, ADES PA et al. American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. **Circulation**, 115(20):2675-82, 2007.

BANERJEE P, CAULFIELD B, CROWE L et al. Prolonged electrical muscle stimulation exercise improves strength, peak VO₂, and exercise capacity in patients with stable chronic heart failure. **J Card Fail**, 15(4):319-326, 2009.

BASARAN M, SEVER K, KAFALI E. Serum lactate level has prognostic significance after pediatric cardiac surgery. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, 20(1):43-7, 2006.

BASER O, BURKAN A, BASER E et al. High cost patients for cardiac surgery and hospital quality in Turkey. **Health Policy**, 109(2):143-9, 2013.

BAX L, STAES F, VERHAGEN A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. **Sports Med.**, 35:191- 212, 2005.

BILODEAU M, SCHINDLER-IVENS S, WILLIAMS D et al. EMG frequency content changes with increasing force and during fatigue in the quadriceps femoris muscle of men and women. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 13(1):83-92, 2003.

BLOCH SA, LEE JY, WORT SJ et al. Sustained elevation of circulating growth and differentiation factor-15 and dynamic imbalance in mediators of muscle homeostasis are associated with the development of acute muscle wasting following cardiac surgery. **Crit Care Med**, 41:982-9,2013.

BOHANNON RW, PEOLSSON A, MASSY-WESTROPP N et al. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. **Physiotherapy**, 92(1):11-5, 2006.

BORGES JBC, FERREIRA DLM, CARVALHO SMR et al. Pain intensity and postoperative functional assessment after heart surgery. **Braz J Cardiovasc Surg**, 21:393–402, 2006.

BOTEGA FS, CIPRIANO JUNIOR G, LIMA FVSO et al. Cardiovascular response during rehabilitation after coronary artery bypass grafting. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, 2010;25(4):527-33.

BROWN MD, JEAL S, BRYANT J et al. Modifications of microvascular filtration capacity in human limbs by training and electrical stimulation. **Acta Physiol Scand**, 173(4):359-368, 2001.

BÜNDCHEN DC, GONZÁLES AI, NORONHA M et al. Noninvasive ventilation and exercise tolerance in heart failure: A systematic review and meta-analysis. **Braz J Phys Ther**, 18(5):385-94, 2014.

CABRINI L, PLUMARI VP, NOBILE L et al. Non-invasive ventilation in cardiac surgery: a concise reviews. **Heart, Lung and Vessels**, 5(3):137-41, 2013.

CACAU LAP, OLIVEIRA GU, MAYNARD LG et al. The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, 28(2):281-9, 2013.

CAENEGEM OV, JACQUET LM, GOENEN M. Outcome of cardiac surgery patients with complicated intensive care unit stay. **Crit Care**, 8:404–10, 2002.

CESARI M, KRITCHEVSKY SB, PENNINX BW et al. Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people: Results from the Health, Aging and Body Composition Study. **J Am Geriatr Soc.**, 53:1675–80, 2005.

CHAMBER MA, MOYLAN JS, REID MB. Physical inactivity and muscle weakness in the critically. **Crit Care Med**, 37(10):S337-46, 2009.

CHEN RC, LI XY, GUO BP et al. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for the rehabilitation of moderate-to-severe COPD: a meta-analysis. **International journal of COPD**, 11:2965-75, 2016.

CHIUMELLO D, CHEVALLARD G, GREGORETTI C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. **Intensive Care Med**, 37(6):918-29, 2011.

CLARK AM, KING-SHIER KM, THOMPSON DR et al. A qualitative systematic review of influences on attendance at cardiac rehabilitation programs after referral. **Am Heart J**, 164(6):835-45.e2, 2012.

CLINI E, AMBROSINO N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. **Respiratory Medicine**, 99:1096-104, 2005.

COIMBRA VR, LARA RA, FLORES EG et al. Application of noninvasive ventilation in acute respiratory failure after cardiovascular surgery. **Arq Bras Cardiol**, 89(5):270-6, 298-305, 2007.

COLLINS DF, BURK D, GANDEVIA SC. Sustained contractions produced by plateau-like behaviour in human motoneurons. **J Physiol**, 538(Pt1):289-301, 2002.

CORREA CS; COSTA R; PINTO RS. Utilização de diferentes técnicas para o controle do posicionamento dos eletrodos de superfície na coleta do sinal eletromiográfico. **Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano**, 2(2):5-13, 2012.

CORMIE P, MC CAULLEY GO, MCBRIDE JM. Power versus strength-power jump squat training: influence on the load- power relationship. **Med Sci Sports Exerc**, 39: 996-1003, 2007.

DE JONGHE B, COOK D, SHARSHAR T et al. Groupe de Reflexion et d'Etude sur les Neuromyopathies En Reanimation. Acquired neuromuscular disorders in critically ill patients: a systematic review. **Intensive Care Med**, 24:1242-50, 1998.

DE JONGHE B, SHARSHAR T, LEFAUCHEUR JP et al. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. **Jama**, 288:2859-2867, 2002.

DE LUCA C. The use of surface electromyography in biomechanics. **J Appl Biomech**, 13:135–163, 1997.

DELEY G, KERVIO G, VERGES B et al. Comparison of lowfrequency electrical myostimulation and conventional aerobic exercise training in patients with chronic heart failure. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, 12:226–233, 2005.

DELITTO A, BROWN M, STRUBE MJ et al. Electrical stimulation of quadriceps femoris in an elite weight lifter: a single subject experiment. **Int J Sports Med**, 10:187–191, 1989.

DESAI SV, LAW T, NEEDHAM DM. Long-term complications of critical care. **Crit Care Med**, 39(2):371-9, 2011.

DOBKIN, B.H. Short-distance walking speed and timed walking distance: redundant measures for clinical trials? **Neurology**, 66(4):584-6, 2006.

DOBSAK P, HOMOLKA P, SVOJANOVSKY J et al. Intra-dialytic electrical stimulation of leg extensors may improve exercise tolerance and quality of life in hemodialyzed patients. **Artif Organs**, 36(1):71-78, 2012.

DOBSÁK P, NOVÁKOVÁ M, FISER B et al. Electrical stimulation of skeletal muscle. An alternative to aerobic exercise training in patients with chronic heart failure? **Int Heart J**, 47:441-53, 2006.

DONALD KW, GLOSTER J, HARRIS EA et al. The production of lactic acid during exercise in normal subjects and patients with rheumatic heart disease. **Amer Heart J**, 62:494, 1961.

DOUCET BM, LAM A, GRIFFIN L. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. **Yale J Biol Med**, 85(2):201-215, 2012.

ENNIS S, MCGREGOR G, HAMBORG T et al. Randomised feasibility trial into the effects of low-frequency electrical muscle stimulation in advanced heart failure patients. **BMJ Open**, 7:e016148, 2017.

ESQUINAS AM, JOVER JL, ÚLBEDA A et al. Non-invasive mechanical ventilation in postoperative patients. A clinical review. **Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim**, 62(9):512-22, 2015.

FAN E, DOWDY DW, COLANTUONI E et al. Physical complications in acute lung injury survivors: a 2-year longitudinal prospective study. **Crit Care Med**, 42:849-59, 2014..

FERRAZ AS; JUNIOR PY. Prescrição de exercício físico para pacientes com insuficiência cardíaca. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul**, 10(9):1-11, 2006.

FILBAY SR, HAYES K, HOLLAND AE. Physiotherapy for patients following coronary artery bypass graft (CABG) surgery: Limited uptake of evidence into practice. **Journal of the American College of Cardiology, Physiotherapy Theory and Practice**, 28(3):178–87, 2012.

FISCHER A, SPIEGL M, ALTMANNI K et al. Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. **Critical Care**, 20:30, 2016.

FUMAGALLI E, RIBEIRO MAO, FERREIRA M. S. et al. Utilização do Teste de Caminhada de 6 Minutos no Manejo da Hipertensão Pulmonar. **Arq Bras Cardiol**. 95(1):e10-e13, 2010.

GEROVASIL V, TRIPODAKI E, KARATZANOS E et al. Short-term systemic effect of electrical muscle stimulation in critically ill patients. **Chest**, 136:1249-56, 2009.

GIACOMAZZI CM, LAGNI VB, MONTEIRO, MB. Postoperative pain as a contributor to pulmonary function impairment in patients submitted to heart surgery. **Braz J Cardiovasc Surg**, 21(4):386-92, 2006.

GOMES NETO M, OLIVEIRA F A, REIS HFC et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on physiologic and functional measurements in patients with heart failure: a systematic review with meta-analysis. **J Cardiopulm Rehabil Prev.**, 36(3):157-66, 2016.

GONDIN J, GUETTE M, BALLAY Y et al. Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. **Med Sci Sports Exerc**, 37(8):1291–9, 2005.

GORGEY AS, DUDLEY GA. The Role of Pulse Duration and Stimulation Duration in Maximizing the Normalized Torque During Neuromuscular Electrical Stimulation. **J Orthop Sports Phys Ther**, 38(8): 508–516, 2008.

GOSSELINK R, BOTT J, JOHNSON M. et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. **Intensive Care Med**, 34(7):1188-99, 2008.

GREGORY CM, BICKEL CS. Recruitment patterns in humanskeletal muscle during electrical stimulation. **Phys Ther**, 85:358–364MA, 2005.

GREMEAUX V, TROISGROS O, BENAÏM S et al. Determining the Minimal Clinically Important Difference for the Six-Minute Walk Test and the 200-Meter Fast-Walk Test During Cardiac Rehabilitation Program in Coronary Artery Disease Patients After Acute Coronary Syndrome. **Arch Phys Med Rehabil**, 92(4):611-9, 2011.

GROSSET JF, CROWE L, DE VITO G et al. Comparative effect of a 1 h session of electrical muscle stimulation and walking activity on energy expenditure and substrate oxidation in obese subjects. **Appl Physiol Nutr Metab**, 38:57–65, 2013.

GRUTHER W, KAINBERGER F, FIALKA-MOSER V et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. **J Rehabil Med**, 42(6):593–7, 2010.

GUIRRO AR. **Análise da atividade elétrica e da força dos músculos flexores da mão após estimulação neuromuscular.** Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, 2000.

GUPTA SK. Intention-to-treat conception: a review. **Prespect Clin Res**, 2(3):109-12, 2011.

HAINAUT K, DUCHATEAU J. Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise. **Sports Med**, 14:100-13, 1992.

HARGREAVES D, EGGINTON S, HUDLICKA O. Changes in capillary perfusion induced by different patterns of activity in rat skeletal muscle. **Microvasc Res**, 40(1):14-28, 1990.

HARRIS S, LEMAITRE JP, MACKENZIE G et al. A randomised study of home-based electrical stimulation of the legs and conventional bicycle exercise training for patients with chronic heart failure. **Eur Heart J**, 24(9):871–8, 2003.

HAYKOWSKY M, SCOTT J, ESCH B et al. A Meta-analysis of the effects of exercise training on left ventricular remodeling following myocardial infarction: start early and go longer for greatest exercise benefits on remodeling. **Trials**, 4:12:92, 2011.

HECK H, MADER A, HESS G et al. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, 6:117-30, 1985.

HERDY AH, LÓPEZ-JIMÉNEZ F, TERZIC CP et al. Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. **Arq Bras Cardiol**, 103(2Sup11):1-31, 2014.

HERNÁNDEZ-LUÍS R, PONCE EM, MUÑOZ MM et al. Prognostic value of physical function tests and muscle mass in elderly hospitalized patients. A prospective observacional study. **Geriatr Gerontol Int**, 1:1-8, 2017.

HESS DR. The role of noninvasive ventilation in the ventilator discontinuation process. **Respir Care**, 57(10):1619 –25, 2012.

HIRSCHHORN AD, RICHARDS D, MUNGOVAN SF et al. Supervised moderate intensity exercise improves distance walked at hospital discharge following coronary artery bypass graft surgery: a randomised controlled trial. **Heart Lung Circ**, 17(2):129-38, 2008.

HOLLAND AE, HILL CG, RASEKABA B et al. Updating the Minimal Important Difference for Six-Minute Walk Distance in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Arch Phys Med Rehabil**, 91(2): 221-5, 2010.

HORTOBÁGYI T, SCOTT K, LAMBERT J et al. Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. **Motor Control**, 3(2):205–19, 1999.

HUANG LP, ZHOU S, LU Z et al. Bilateral effect of unilateral electroacupuncture on muscle strength. **J Altern Complement Med**, 13(5):539–46, 2007.

HUDLICKA O, DODD L, RENKIN EM et al. Early changes in fiber profile and capillary density in long-term stimulated muscles. **Am J Physiol**, 243(4):H528-35, 1982.

HULTMAN E, SJÖJOLM H, JÄDERHOLM-EK I et al. Evaluation of methods for electrical stimulation of human skeletal in situ. **Pflugers Arch**, 398:1341, 1983.

IDE BN, RAMARI C, MURAMATSU LV et al. Eletromiografia de superfície: aplicações na fisiologia do exercício. **Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano**, 2(4):60-78, 2012.

IIDA Y, YAMAZAKI T, KAWABE T et al. Postoperative muscle proteolysis affects systemic muscle weakness in patients undergoing cardiac surgery. **Int Cardiol**, 172:595-7, 2014.

IWATSU K, IIDA Y, KONO Y et al. Neuromuscular electrical stimulation may attenuate muscle proteolysis after cardiovascular surgery: A preliminary study. **J Thorac Cardiovasc Surg**, 153(2):373-379, 2017.

IWATSU K, YAMADA S, IIDA Y et al. Feasibility of Neuromuscular Electrical Stimulation Immediately after Cardiovascular Surgery. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 96:63-8, 2015.

JONES DA. High and low–frequency fatigue revisited. **Acta Physiol Scand.**, 156:265-70, 1996.

JONES DS. History of Medicine. CABG at 50 (or 107?) — The Complex Course of Therapeutic Innovation. **The New England Journal of Medicine**, 376(19):1809-11, 2017.

KARATZANOS E, GEROVASILIS V, ZERVAKIS D et al. Electrical muscle stimulation: an effective form of exercise and early mobilization to preserve muscle strength in critically ill patients. **Critical Care Research and Practice**, 2012.

KARAVIDAS A, PARISSINIS JT, ARAPI S et al. Effects of functional electrical stimulation on quality of life and emotional stress in patients with chronic heart failure secondary to ischaemic or idiopathic dilated cardiomyopathy: a randomized, placebo-controlled trial. **Eur J Heart Fail**, 10:709-13, 2008.

KHO ME, TRUONG AD, ZANNI JM et al. Neuromuscular electrical stimulation in mechanically ventilated patients: a randomized, sham controlled, pilot trial with blinded outcome assessment. **J Crit Care**, 30:32-9, 2015.

KILLEWICH LA. Strategies to minimize postoperative deconditioning in elderly surgical patients. **J Am Coll Surg**, 203(5):735-45, 2006.

KUPA E, ROY S, KANDARIAN S et al. Effects of muscle fiber type and size on EMG median frequency and conduction velocity. **Journal of Applied Physiology**, 79(1):23-32, 1995.

LA ROVERE MT, PINNA GD, MAESTRI R et al. The 6-minute walking test and all-cause mortality in patients undergoing a post-cardiac surgery rehabilitation program. **Eur J Prev Cardiol**, 22(1):20-6, 2015.

LANDONI, G, ZANGRILLO A, CABRINI L. Noninvasive Ventilation After Cardiac and Thoracic Surgery in Adult Patients: A Review. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, 26(5):917-22, 2012.

LATRONICO N, RASULO FA. Presentation and management of ICU myopathy and neuropathy. **Curr Opin Crit Care**, 16(2):123-7, 2010.

LEE SY, IM SH, KIM BR et al. The effects of neuromuscular electrical stimulation on cardiopulmonary function in healthy adults. **Ann Rehabil Med**, 36(6):849-56, 2012.

LEIJTEN FS, HARINCK-DE WEERD JE et al. The role of polyneuropathy in motor convalescence after prolonged mechanical ventilation. **JAMA**, 274:1221-5, 1995.

LIMA PMB, CAVALCANTE HEF, ROCHA ARM et al. Fisioterapia no pós-operatório de cirurgia cardíaca: a percepção do paciente. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, 26:244-9, 2011.

MAFFIULETTI NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. **Eur J Appl Physiol**, 110:223–34, 2010.

MAFFIULETTI NA, PENSINE, MARTIN A. Activation of human plantar flexor muscles increases after electromyostimulation training. **J Appl Physiol**, 92:1383-92, 2002.

MAFFIULETTI NA, ROIG M, KARATZANOS E et al. Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review. **BMC Medicine**, 11(137):1-10, 2013.

MAHER JM, MARKEY JC, EBERT-MAY D. The other half of the story: effect size analysis in quantitative research. **CBE Life Sci Educ**, 12:345-51, 2013.

MAHMOOD SS, LEVY D, VASAN RS et al. The Framingham Heart Study and the Epidemiology of Cardiovascular Diseases: A Historical Perspective. **Lancet**, 383(9921): 999–1008, 2014.

MANSUR AP, FAVARATO D. Mortalidade por Doenças Cardiovasculares no Brasil e na Região Metropolitana de São Paulo: Atualização 2011. **Arq Bras Cardiol**, 99(2): 755-61, 2012.

MARQUESTE T, HUG F, DECHECHI P et al. Changes in neuromuscular function after training by functional electrical stimulation. **Muscle Nerve**, 28:181–8, 2003.

MATSUNAGA T, SHIMADA Y, SATO K. Muscle fatigue intermittent stimulation with low and high frequency electrical pulses. **Arch Phys Med Rehabil**, 80:48-53, 1999.

MENDEZ-TELLEZ PA, NEEDHAM DM. Early physical rehabilitation in the ICU and ventilator liberation. **Respir Care**, 57(10):1663–9, 2012.

MIURA M, SEKI K, ITO O et al. Electrical stimulation of the abdomen preserves motor performance in the inactive elderly: a randomized controlled trial. **Tohoku J Exp Med**, 228:93-101, 2012.

MOLINA RM, GALAN AT, GARCIA MSM. Spectral electromyographic changes during a muscular strengthening training based on electrical stimulation. **Electromyogr Clin Neurophysiol**, 37:287-295, 1997.

MORAIS DB, LOPES ACR, SÁ VM et al. Avaliação do desempenho funcional em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Rev Bras Cardiol**, 23(5):263-9, 2010.

MORALES-BLANHIR JE, VIDAL CDP, ROMERO MJR et al. Six-minute walk test: a valuable tool for assessing pulmonary impairment. **J Bras Pneumol**. 37(1):110-117, 2011.

MORITANI T, DE VRIES H. Potential for gross muscle hypertrophy in older man. **J Gerontol**, 35:672-682, 1980.

MORITANI T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. **J Biomech**, 26: 95-107, 1993.

NIEBAUER J, CLARK AL, WEBB-PEPLOE et al. Exercise training in chronic heart failure: effects on pro-inflammatory markers. **Eur J Heart Fail**, 7(2):189-93, 2005.

NEDER J, SWORD D, WARD S et al. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Thorax**, 57:333–337, 2002.

NUHR MJ, PETTE D, BERGER R et al. Beneficial effects of chronic low-frequency stimulation of thigh muscles in patients with advanced chronic heart failure. **Eur Heart J**, 25:136–143, 2004.

ODWYER C, SAINSBURY D, O’SULLIVAN K. Gluteus Medius Muscle Activation During Isometric Muscle Contractions. **Journal of Sport Rehabilitation**, 20:174-86, 2011.

OLIVEIRA GU, CARVALHO VO, CACAU LPA et al. Determinants of distance walked during the six-minute walk test in patients undergoing cardiac surgery at hospital discharge. **Journal of Cardiothoracic Surgery**, 9:95, 2014.

PANIZZA M, NILSSON J, ROTH BJ et al. Differences between the time constant of sensory and motor peripheral nerves fibers: further studies and considerations. **Muscle Nerve**, 21:48-54, 1998.

PARISSIS J, FARMAKIS D, KARAVIDAS A et al. Functional electrical stimulation of lower limb muscles as an alternative mode of exercise training in chronic heart failure: practical considerations and proposed algorithm. **Eur J Heart Fail**, 17(12):1228-30, 2015.

PARRY SM, BERNEY S, GRANGER CL et al. Electrical Muscle Stimulation in the Intensive Care Setting: A Systematic Review. **Crit Care Med**, 41:2406-18, 2013.

PEGO-FERNANDES PM, GAIOTTO FA, GUIMARÃES-FERNANDES F. Estado atual da cirurgia de revascularização do miocárdio. **Rev Med**, 87(2):92-8, 2008.

PERK J, DE BACKER G, GOHLKE H et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). **Eur Heart J**, 33:1635–701, 2012.

PIRES KF. Análise dos efeitos de diferentes protocolos de eletroestimulação neuromuscular através da frequência mediana. **Rev Bras. Ci e Mov**, 12(2): 25-8, 2004.

POULSEN JB, MØLLER K, JENSEN CV et al. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. **Crit Care Med**, 39(3):456-61, 2011.

PUTHUCHEARY ZA, RAWAL J, MCPHAIL M et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. **JAMA**, 310:1591-600, 2013.

QUITTAN M, SOCHOR A, WIESINGER GF et al. Strength improvement of knee extensor muscles in patients with chronic heart failure by neuromuscular electrical stimulation. **Artif Organs**, 23(5): 432-5, 1999.

QUITTAN M, WIESINGER GF, STURM B et al. Improvement of thigh muscles by neuromuscular electrical stimulation in patients with refractory heart failure: a single-blind, randomized, controlled trial. **Am J Phys Med Rehabil**, 80(3): 206-14, 2001.

RIEDI C, MORA CTR, DRIESSEN T et al. Relação do comportamento da força muscular com as complicações respiratórias na cirurgia cardíaca. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, 25(4):500-5, 2010.

RODRIGUEZ PO, SETTEN M, MASKIN L et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. **Journal of Critical Care**, 27(3):319.e1–e8, 2012.

ROTH GA, HUFFMAN MD, MORAN AE et al. Global and Regional Patterns in Cardiovascular Mortality from 1990-2013. **Circulation**, 132(17):1667-78, 2015.

ROUTSI C, GEROVASILI V, VASILEIADIS I et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. **Crit Care**, 14(2):R74, 2010.

SAEY D, CÔTÉ CH, MADOR MJ et al. Assessment of muscle fatigue during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Muscle nerve**, 34 (1): 62-71, 2006.

SAITOH M, SANTOS MR, ANKER M et al. Neuromuscular electrical stimulation for muscle wasting in heart failure patients. **Int J Cardiol**, 225:200-5, 2016.

SANTOS KMS, CERQUEIRA NETO ML, CARVALHO VO et al. Evaluation of peripheral muscle strength of patients undergoing elective cardiac surgery: a longitudinal study. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, 29(3):355-9, 2014.

SANTOS PMR, RICCI NA, SUSTER EAB et al. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. **Physiotherapy**, 103:1-12, 2017.

SAVAGE PA, SHAW AO, MILLER MS et al. Effect of resistance training on physical disability in chronic heart failure. **Med Sci Sports Exerc**, 43(8):1379-86, 2011.

SBRUZZI G, RIBEIRO RA, SCHAAN BD et al. Functional electrical stimulation in the treatment of patients with chronic heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, 17(3):254-60, 2010.

SCHARDONG J, KUINCHTNER G C, SBRUZZI G et al. Functional electrical stimulation improve muscle strength and endurance in patients after cardiac surgery: a randomized controlled trial. **Braz J Phys Ther**, 21(4):268-73, 2017.

SCHIMID A, DUNCAN PW, STUDENSKI S et al. Improvements in Speed-Based Gait Classifications Are Meaningful. **Stroke**, 38:2096-100, 2007.

SCHWEICKERT WD, POHLMAN MC, POHLMAN AS et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. **Lancet**, 373:1874-82, 2009.

SENIAM. Project—Sensor placement, 2005. Acessado em 27/03/14. Disponível em: <http://seniam.org/sensor_location.htm>.

SEO YG, JANG MJ, PARK WH et al. Inpatient cardiac rehabilitation programs' exercise therapy for patients undergoing cardiac surgery: National Korean Questionnaire Survey. **Journal of Exercise Rehabilitation**, 13(1):76-83, 2017.

SHENOY S, MISHRA P, SANDHU JS. Peak Torque And IEMG Activity Of Quadriceps Femoris Muscle At Three Different Knee Angles In A Collegiate Population. **J Exerc Sci Fit**, 9(1):40-45, 2011.

SHOEMAKER MJ, CURTIS AB, VANGSNES E et al. Clinically meaningful change estimates for the six-minute walk test and daily in individuals with chronic heart failure. **Cardioulm Phys Ther J**, 24(3):21-9, 2013.

SILLEN MJ, SPEKSNIJDER CM, ETERMAN RM et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation of muscles of ambulation in patients with chronic heart failure or COPD: a systematic review of the English-language literature. **Chest**, 136:44-61, 2009.

SILLEN MJH, JANSSEN PP, AKKERMANS MA et al. The metabolic response during resistance training and neuromuscular electrical stimulation (NMES) in patients with COPD, a pilot study. **Respiratory Medicine**, 102:786–9, 2008.

SILVA GS, COLOSIMO FC, SOUZA AG, et al. Coronary Artery Bypass Graft Surgery Cost Coverage by the Brazilian Unified Health System (SUS). **Braz J Cardiovasc Surg**, 32(4):253-9, 2017.

SIQUEIRA AFL, ARRUDA A, SCHWINGEL PA. Lactato Sanguíneo e percepção subjetiva de esforço em luta simulada por atletas de MMA. **Pensar a Prática**, 19(3):591-600, 2016.

SIQUEIRA ASE, SIQUEIRA-FILHO AG, LAND MGP. Análise do impacto econômico das doenças cardiovasculares nos últimos cinco anos no Brasil. **Arq Bras Cardiol**, 109(1):39-46, 2017.

SMART NA, DIEBERG G, GIALLAURIA F. Functional electrical stimulation for chronic heart failure: a meta-analysis. **Int J Cardiol**, 167(1):80-86, 2013.

SMITH SC JR, BENJAMIN EJ, BONOW RO et al. AHA/ACCF secondary prevention and risk reduction therapy for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2011 update: a guideline from the American Heart Association and American College of Cardiology Foundation. **Circulation**, 124(22):2458-73, 2011.

SNYDER-MACKLER L, DELITTO A, STRALKA SW et al. Use of electrical stimulation to enhance recovery of quadriceps femoris muscle force production in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. **Phys Ther**, 74:901–907, 1994.

SODERBERG GL, KNUTSON LM. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. **Phys Ther**, 80:485–498, 2000.

SWIGRIS JJ. The 6 minute walk in idiopathic pulmonary fibrosis: longitudinal changes and minimum important difference. **Thorax**, 65:173e177, 2010.

TEIXEIRA-SALMELA LF, MAGALHÃES LC, SOUZA AL et al. Adaptação do perfil de saúde de Nottingham: um instrumento simples de avaliação da qualidade de vida. **Cad Saúde Pública**, 20(4):905-14, 2004.

VAN DER PEIJL ID, VLIET VLIELAND TPM, VERSTEEGH MIM et al. Exercise therapy after coronary artery bypass graft surgery: A randomized comparison of a high and low frequency exercise therapy program. **Annals of Thoracic Surgery**, 77:1535–41, 2004.

VAQUERO AF, CHICHARRO JL, GIL L et al. Effects of muscle electrical stimulation on peak VO₂ in cardiac transplant patients. **Int J Sports Med.**, 19(5):317-22, 1998.

VIVODTZEV I, P.PIN JL, VOTTERO G et al. Improvement in quadriceps strength and dyspnea in daily tasks after 1month of electrical stimulation in severely deconditioned and malnourished COPD. **Chest**, 129(6):1540–8, 2006.

WAGECK B, NUNESA GS, SILVA FL et al. Application and effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: Systematic review. **Med Intensiva**, 38(7):444-54, 2014.

WILLIAMS N, FLYNN M. A review of the efficacy of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. **Physiother Theory Pract**, 30(1):6-11, 2014.

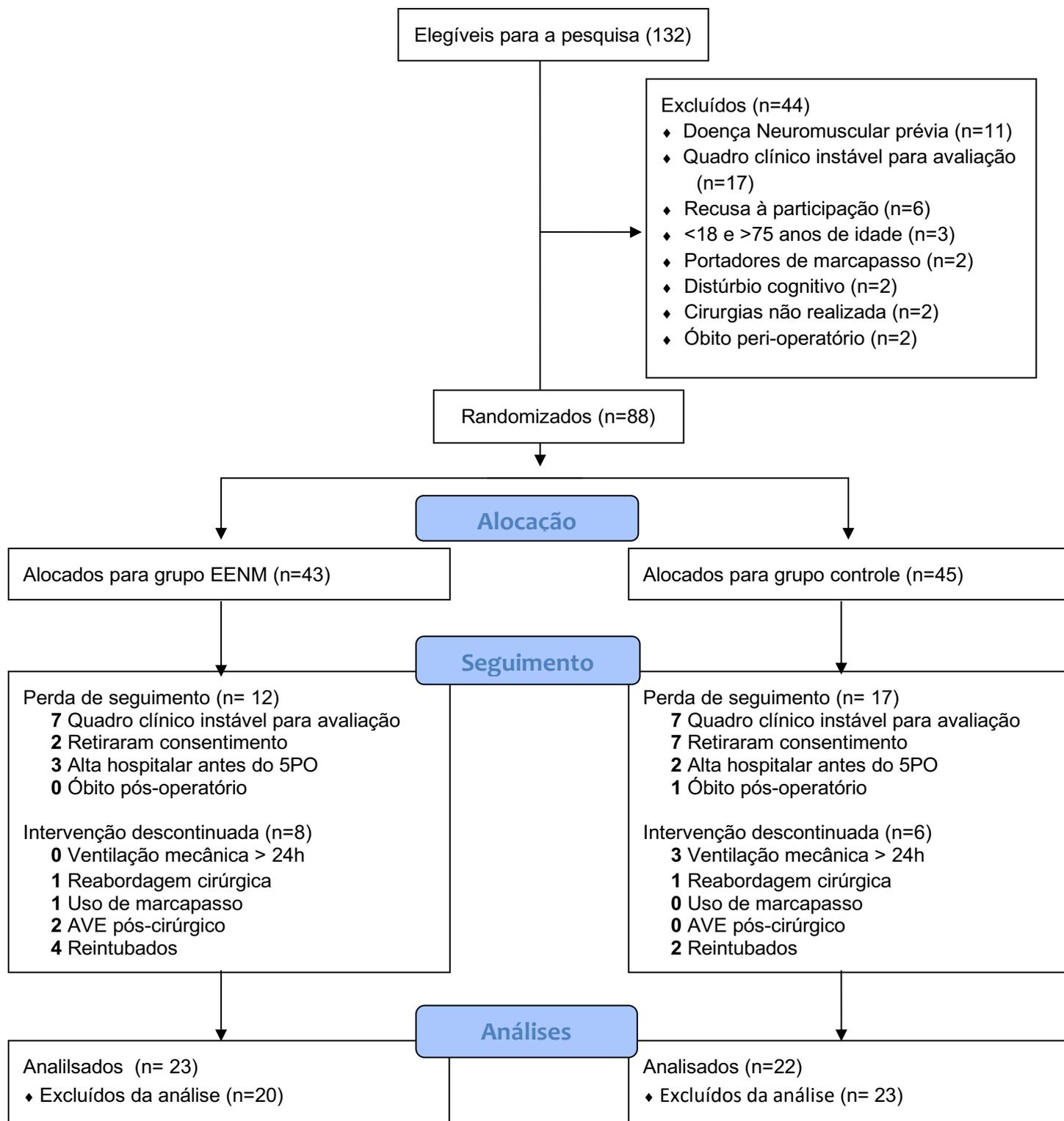
YEE J, UNSWORTH K, SUSKIN N et al. Primary care provider perceptions of intake transition records and shared care with outpatient cardiac rehabilitation programs. **BMC Health Services Research**, 11(231):2-9, 2011.

YOON SH, WHISENANT BK, BLEIZIFFER S, DELGADO V et al. Transcatheter Mitral Valve Replacement for Degenerated Bioprosthetic Valves and Failed Annuloplasty Rings. **Journal of the American College of Cardiology**, 70(9):1121-31, 2017.

ZANOTTI E, FELICETTI G, MAINI M et al. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. **Chest**, 124(1):292-6, 2003.

APÊNDICE A- FLUXOGRAMA DA PESQUISA

CONSORT 2010 Flow Diagram



APÊNDICE B – CARTA DE ANUÊNCIA DA FBHC

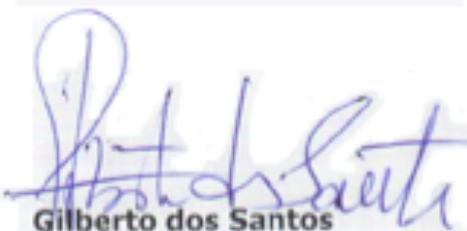


CARTA DE ANUÊNCIA DA FBHC

A Fundação de ~~Beneficência~~ Hospital de Cirurgia – FBHC, CNPJ: 13016332/0001-06, localizada na Avenida Desembargador Maynard, 174, Aracaju/SE, neste ato representada por Dr. Gilberto dos Santos, Diretor Presidente da FBHC, confirma parceria para a execução do projeto de pesquisa intitulado "*Eletroestimulação neuromuscular no pós operatório de cirurgia cardíaca*".

Afirmo que esta pesquisa estará condicionada ao cumprimento dos requisitos da Resolução 196/96 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Aracaju-SE, em 30/setembro/2014.



Gilberto dos Santos
Diretor Presidente

APÊNDICE C

PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DA EENM

- 1- Inicialmente realizar assepsia dos músculos envolvidos.
 - 2- Solicitar contração do gastrocnêmio (avaliador coloca a mão na região plantar e solicita que o paciente a empurre).
 - 3- Posicionar os eletrodos com gel nos pontos motores e fixar com esparadrapos.
 - 4- Solicitar a contração do quadríceps (avaliador coloca a mão na região poplíteica e solicita que o paciente a empurre).
 - 5- Posicionar os eletrodos com gel nos pontos motores e fixar com esparadrapos.
 - 6- Ligar o aparelho na tomada e colocar os seguintes parâmetros:
 - » FES sincrônico
 - » Tempo de aplicação da EENM: 60 minutos
 - » Frequência: 50 Hz
 - » Duração de pulso: 400 μ s
 - » Tempo de subida: 1 s
 - » Platô: 3 s
 - » Tempo de descida: 0 s
 - » Tempo Off: 9 s
 - 7- Iniciar a aplicação e aumentar a intensidade até obter uma contração muscular visível e, se esta não for possível, até obter uma contração muscular palpável. Iniciar ajustando primeiramente a intensidade do músculo quadríceps, e depois do músculo gastrocnêmio.
 - 8- Preencher corretamente todos os campos da ficha de aplicação todas as dez vezes, sem esquecer de anotar os **eventos adversos**.
 - 9- Na 10ª sessão aplicar o questionário: **“Opinião do paciente em relação ao uso da eletroestimulação”**. Lembrando que não deve induzir as respostas do paciente!
- Obs.:** Ficar atento para aumentar a intensidade quando houver uma redução da contração da musculatura devido acomodação e anotar os valores atingidos.

APÊNDICE D - FICHA DE APLICAÇÃO- EENM

PARÂMETROS: FES síncrono, 50 Hz, 400 μ s, subida 1s, platô 3s, descida 0s, off 9s, 60 min. **TIPO DE CIRURGIA:** () TV () RM

PACIENTE: _____ **GRUPO:** _____

DPO:	Nº da Aplicação:	DATA:	TURNO:	HORÁRIO:	INTENSIDADE:	ASS. DO AVALIADOR:	USO DE DROGAS VASOATIVAS E VASOPRESSÓRICAS (DROGA E DOSE)	EVENTOS ADVERSOS E OBSERVAÇÕES:
POI	1							
1º DPO	2							
	3							
2º DPO	4							

	5							
3° DPO	6							
	7							
4° DPO	8							
	9							
5° DPO	10							

APÊNDICE E**QUESTIONÁRIO OPINIÃO DO PACIENTE EM RELAÇÃO AO USO DA
ELETROESTIMULAÇÃO**

1. O que você achou da terapêutica utilizada?

() Confortável

() Desconfortável

Porquê?

2. Você utilizaria novamente esta técnica?

() Sim

() Não

Porquê?

3. Você se sentiu satisfeito com a Eletroestimulação?

() Sim

() Não

Porquê?

4. Você gostaria de fazer algum comentário ou sugestão a respeito da Eletroestimulação?

APÊNDICE F – FICHA DE AVALIAÇÃO

Data: ___/___/___

Nº do Prontuário: _____

Nome: _____ Gênero: () M () F

Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Tipo de Cirurgia Cardíaca: () Revascularização () Troca de Válvula

() 1ª Cirurgia; () Reoperação, Quanto Tempo? _____

Comorbidades: _____ Fração de Ejeção Pré: _____

Data do Internamento: _________ Data da Cirurgia: _________ Dias de UTI: _____ Tempo CEC: _____

Dias de VM: _____ Alta hospitalar: _____ Tempo de VM: _____ Fração de Ejeção Pós: _____

Medicamentos em uso: _____

Se Exclusão, qual o motivo? Data? _____

Se descontinuidade, qual o motivo? Data? _____

Lactato Sanguíneo		
Pré- Operatório		
3 PO		
	Repouso	Após esforço (TC6)
5 PO		

Teste de avaliação de força muscular MRC (0 – 5)

	Pré-Operatório		3º DPO		5º DPO	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
MMII						
Extensão de joelho						
Flexão de quadril						
Dorsiflexão tornozelo						
MMSS						
Abdução de ombro						
Flexão do antebraço						
Entensão de punho						
Total						

Teste de Velocidade de Marcha

Tempo em que percorreu 10 metros: _____ Velocidade média: _____

Obs.: _____

Teste de Caminhada de 6 Minutos

	0'	3'	6'
PA		-	
FC			
FR		-	
SpO2			
Borg dispneia			
Borg MMII			

Distância Percorrida: _____ Obs.: _____

Força Muscular (Dinamometria)

	Pré-Operatório					
Extensão de Joelho	Direito			Esquerdo		
Média						
Máxima						
	3DPO					
Extensão de Joelho	Direito			Esquerdo		
Média						
Máxima						
	5PO					
Extensão de Joelho	Direito			Esquerdo		
Média						
Máxima						

Preensão Palmar

	Direito			Esquerdo		
Pré-operatório						
3 PO						
5 PO						

Eletromiografia

	Pré-Operatório					
Extensão de Joelho	Direito			Esquerdo		
RMS						
Frequência Mediana						
	3DPO					
Extensão de Joelho	Direito			Esquerdo		
RMS						
Frequência Mediana						
	5PO					
Extensão de Joelho	Direito			Esquerdo		
RMS						
Frequência Mediana						

Obs.: _____

APÊNDICE G

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, abaixo assinado, autorizo a Universidade Federal de Sergipe, por intermédio da pesquisadora Telma Cristina Fontes Cerqueira alunas, devidamente assistidas pela seu orientador Valter Joviniano de Santana Filho, a desenvolver a pesquisa abaixo descrita:

1-Título da pesquisa: Eletroestimulação Neuromuscular no Pós Operatório de Cirurgia Cardíaca 2-Objetivos Primários e secundários: Investigar a contribuição da eletroestimulação neuromuscular (EENM) no impacto da capacidade física dos pacientes no pós- operatório de cirurgia cardíaca. Avaliar o efeito do EENM no balanço autonômico e variabilidade da frequência cardíaca, na concentração de lactato sanguíneo, na força muscular, na independência funcional, na capacidade de deambulação, na qualidade de vida e no tempo de internação do paciente.

2-Descrição de procedimentos: A abordagem fisioterapêutica com EENM acontecerá duas vezes diariamente, nos períodos matutino e noturno por 60 minutos nos músculos da perna. Desde o pós-operatório imediato até o 5 PO, período que se aproxima à alta hospitalar, totalizando 10 aplicações.

3-Justificativa para a realização da pesquisa: A inserção da EENM como ferramenta adjuvante para recuperação de força muscular de pacientes de pós- operatório de cirurgia cardíaca, durante o programa de reabilitação cardíaca Fase I.

4-Desconfortos e riscos esperados: Leve desconforto e a incidência de riscos muito baixa relacionadas à queimadura superficial, aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca. Fui devidamente informado dos riscos acima descritos e de qualquer risco não descrito, não previsível, porém que possa ocorrer em decorrência da pesquisa será de inteira responsabilidade dos pesquisadores.

5-Benefícios esperados: Aumento da força muscular pós cirurgia cardíaca, melhora na distância percorrida no teste de caminhada, e diminuição do tempo de internação.

6-Informações: Os participantes têm a garantia que receberão respostas a qualquer pergunta e esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos assuntos relacionados à pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informações atualizadas obtidas durante a realização do estudo.

7-Retirada do consentimento: O voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, não acarretando nenhum dano ao voluntário.

8-Aspecto Legal: Elaborado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atende à Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde - Brasília – DF.

9-Confabilidade: Os voluntários terão direito à privacidade. A identidade (nomes e sobrenomes) do participante não será divulgada. Porém os voluntários assinarão o termo de consentimento para que os resultados obtidos possam ser apresentados em congressos e publicações.

10-Quanto à indenização: Não há danos previsíveis decorrentes da pesquisa, mesmo assim fica prevista indenização, caso se faça necessário.

11-Os participantes receberão uma cópia deste Termo assinada por todos os envolvidos (participantes e pesquisadores).

12-Dados do pesquisador responsável:

Nome: Telma Cristina Fontes Cerqueira

Endereço profissional/telefone/e-mail: Alameda A n 111, Cond Palma de Mallorca, Apt 803\
telmac@gmail.com

ATENÇÃO: A participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em casos de dúvida quanto aos seus direitos, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tiradentes.

CEP/Unit - DPE

Av. Murilo Dantas, 300 bloco F – Farolândia – CEP 49032-490, Aracaju-SE.

Telefone: (79) 32182206 – e-mail: cep@unit.br.

Aracaju, ____ de ____ de 201_.

ASSINATURA DO VOLUNTÁRIO

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

ANEXO A – MEDIDA DE INDEPENDÊNCIA FUNCIONAL

MEDIDA DE INDEPENDÊNCIA FUNCIONAL

ACOMPANHAMENTO			
I) Nome Completo:			
II) Fonte da Informação:	(1) Doente	(2) Família	(3) Outro: _____
III) Método:	(1) Pessoalmente	(2) Telefone	(3) Outro: _____
IV) Manutenção da Saúde:	(1) Cuidador Principal	(2) Conforme Tempo despendido	
V) Terapêutica:	(1) Nenhuma	(2) Tratº Ambulatorial	(3) Tratº Domiciliar Pago
	(4) Ambos 2 e 3	(5) Internação Hospitalar	(6) Outro: _____

NIVEIS		
SEM AJUDA	(7) Independência Completa (Em segurança, em tempo normal)	
	(6) Independência Modificada (Ajuda técnica)	
AJUDA	(5) Supervisão	DEPENDÊNCIA MODIFICADA
	(4) Ajuda mínima (Indivíduo > = 75%)	
	(3) Ajuda mínima (Indivíduo > = 50%)	
	(2) Ajuda mínima (Indivíduo > = 25%)	
	(1) Ajuda mínima (Indivíduo > = 0%)	

AUTO-CUIDADOS	ESCORES		
A Alimentação	0	0	0
B Higiene Pessoal	0	0	0
C Banho (Lavar o corpo)	0	0	0
D Vestir Metade Superior	0	0	0
E Vestir Metade Inferior	0	0	0
F Utilização de Vaso Sanitário	0	0	0
CONTROLE DE ESFINCTERES			
G Controle da Urina	0	0	0
H Controle das Fezes	0	0	0
MOBILIDADE (Transferências)			
I Leito, Cadeira, Cadeira de Rodas	0	0	0
J Vaso Sanitário	0	0	0
K Banheira, Chuveiro	0	0	0
LOCOMOÇÃO			
L Marcha / Cadeira de Rodas	0	0	0
M Escadas	0	0	0
COMUNICAÇÃO			
N Compreensão	0	0	0
O Expressão	0	0	0
COGNIÇÃO SOCIAL			
P Interação Social	0	0	0
Q Resolução de Problemas	0	0	0
R Memória	0	0	0
TOTAL:			
	0	0	0

Observações:

Quadro 2. Nível de funcionalidade para cada item da escala MIF.

NÍVEL	EQUIVALENTE EM FUNCIONALIDADE
7	Independência completa: toda tarefa que envolve uma atividade, é realizada de forma segura, sem modificações ou recursos auxiliares, dentro de um tempo razoável
6	Independência modificada: capaz de realizar tarefas com recursos auxiliares, necessitando de mais tempo, porém realiza de forma segura e totalmente independente
5	Supervisão: sujeito necessita somente supervisão ou comandos verbais ou modelos para realizar a tarefa sem a necessidade de contato ou a ajuda é somente para preparo da tarefa quando necessário
4	Mínima assistência: necessita uma mínima quantidade de assistência, um simples tocar, possibilitando a execução da atividade (realiza 75% do esforço necessário na tarefa)
3	Moderada assistência: necessita uma moderada quantidade de assistência, mais do que simplesmente tocar, (realiza 50% do esforço necessário na tarefa)
2	Máxima assistência: utiliza menos que 50% do esforço necessário para completar a tarefa, mas não necessita auxílio total.
1	Total assistência: assistência total é necessária ou a tarefa não é realizada. Utiliza menos que 25% do esforço necessário para realizar a tarefa.

ANEXO B – PERFIL DE SAÚDE DE NOTTINGHAM

ITENS	SIM	NÃO	DOMÍNIO
1. Eu fico cansado o tempo todo			NE
2. Eu sinto dor à noite			D
3. As coisas estão me deixando desanimado/deprimido(a)			RE
4. A dor que eu sinto é insuportável			D
5. Eu tomo remédios para dormir			S
6. Eu esqueci como fazer coisas que me divertem			RE
7. Eu me sinto extremamente irritado (“com os nervos à flor da pele”)			RE
8. Eu sinto dor para mudar de posição			D
9. Eu me sinto sozinho			IS
10. Eu consigo andar apenas dentro de casa			HF
11. Eu tenho dificuldade para abaixar			HF
12. Tudo para mim requer muito esforço			NE
13. Eu acordo de madrugada e não pego mais no sono			S
14. Eu não consigo andar			HF
15. Eu acho difícil fazer contato com as pessoas			IS
16. Os dias parecem muito longos			RE
17. Eu tenho dificuldade para subir e descer escadas ou degraus			HF
18. Eu tenho dificuldade para pegar coisas no alto			HF
19. Eu sinto dor quando ando			D
20. Ultimamente eu perco a paciência facilmente			RE
21. Eu sinto que não há ninguém próximo em quem eu possa confiar			IS
22. Eu fico acordado(a) a maior parte da noite			S
23. Eu sinto como se estivesse perdendo o controle			RE
24. Eu sinto dor quando fico de pé			D
25. Eu acho difícil me vestir			HF
26. Eu perco minha energia rapidamente			NE
27. Eu tenho dificuldade para permanecer de pé por muito tempo (na pia da cozinha ou esperando o ônibus)			HF
28. Eu sinto dor constantemente			D
29. Eu levo muito tempo para pegar no sono			S
30. Eu me sinto como um peso para as pessoas			IS
31. As preocupações estão me mantendo acordado(a) à noite			RE
32. Eu sinto que a vida não vale a pena ser vivida			RE
33. Eu durmo mal à noite			S
34. Eu estou tendo dificuldade em me relacionar com as pessoas			IS
35. Eu preciso de ajuda para andar fora de casa (uma muleta, bengala ou alguém para me apoiar)			HF
36. Eu sinto dor para subir e descer escadas ou degraus			D
37. Eu acordo me sentindo deprimido			RE

38. Eu sinto dor quando estou sentado			D
---------------------------------------	--	--	---

NE = Nível de energia; D = Dor; RE = Reações emocionais; S = Sono; IS = Interação social; HF = Habilidades físicas. A lista cita alguns problemas que as pessoas podem enfrentar no dia a dia. Por favor, leia cada item com atenção. Se o problema acontece com você, coloque um X abaixo da coluna “*Sim*”. Se o problema não acontece com você, coloque um X abaixo da coluna “*Não*”. Se você não estiver certo da resposta, pergunte a si mesmo se isso acontece com você na maioria das vezes. É importante que você responda a todas as questões.

ANEXO C – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE TIRADENTES -
UNIT



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NO PÓS OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

Pesquisador: Telma Cristina Fontes Cerqueira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 22377113.7.0000.5371

Instituição Proponente: Universidade Tiradentes - UNIT

Patrocinador Principal: FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 429.256

Data da Relatoria: 03/10/2013

Apresentação do Projeto:

O objetivo do estudo é investigar a contribuição da eletroestimulação neuromuscular (EENM) na capacidade física dos pacientes pós-operados de cirurgia cardíaca. A pesquisa será realizada na UTI Cardíaca e na Enfermaria da Cardiologia da Fundação Beneficência Hospital Cirurgia (FBHC) na cidade de Aracaju Sergipe, onde serão avaliados 42 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva de ambos os sexos, 21 indivíduos por grupo, dividido entre grupo intervenção e GI, que será submetido ao protocolo de fisioterapia convencional e receberá EENM, nos músculos quadríceps e panturrilha bilateralmente através da corrente FES, por 60 minutos. A abordagem fisioterapêutica com EENM acontecerá duas vezes diariamente, nos períodos matutino e noturno, desde o pós-operatório imediato até o 5 PO, período que se aproxima à alta hospitalar, totalizando 10 aplicações. E grupo controle e GC que não receberá a EENM será somente submetido ao protocolo de fisioterapia convencional. Os exames de dosagem do lactato sanguíneo, avaliação da força muscular através do score do Medical Research Council (MRC) e da dinamometria e balanço autonômico cardíaco através da variabilidade de frequência cardíaca (VFC), serão realizados no pré-operatório, no 3 PO, e no 5PO em que também será realizado o teste de caminhada de 6 minutos e a dosagem do lactato sanguíneo após o esforço.

Endereço: Campus Farolândia - Av. Murilo Dantas, 300 - DPE - Bloco F - Térreo
Bairro: Bairro Farolândia **CEP:** 49.032-490
UF: SE **Município:** ARACAJU
Telefone: (79)3218-2206 **Fax:** (79)3218-2100 **E-mail:** cep@unit.br

UNIVERSIDADE TIRADENTES -
UNIT



Continuação do Parecer: 429.258

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral: Investigar a contribuição da eletroestimulação neuromuscular (EENM) na capacidade física dos pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Objetivos Específicos: Avaliar o efeito do EENM no balanço autonômico e variabilidade da frequência cardíaca, na concentração de lactato sanguíneo, na força muscular, na capacidade de deambulação e no tempo de internação do paciente.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A avaliação dos riscos e benefícios não consta no projeto de pesquisa, entretanto, está descrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa tem uma temática importante, trazendo grande contribuição para os profissionais que atuam na assistência aos pacientes no pós-operatório de cirurgias cardíacas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi apresentada toda documentação obrigatória.

Recomendações:

Recomenda-se que a fundamentação teórica apresente mais autores enriquecendo a pesquisa com maiores informações sobre o tema proposto para estudo e que seja revista a palavra chave: Eletroestimulação neuromuscular que não consta nos Descritores de Saúde(Decs). Retirar ou explicitar as siglas presente no TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pesquisa com temática importante, atendendo as recomendações do CONEP, considerando aspectos éticos, objetivos, como também apresentação clara da relação risco-benefício no TCLE.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Campus Farolândia - Av. Murilo Dantas, 300 - DPE - Bloco F - Térreo
Bairro: Bairro Farolândia **CEP:** 49.032-490
UF: SE **Município:** ARACAJU
Telefone: (79)3218-2206 **Fax:** (79)3218-2100 **E-mail:** cep@unit.br

UNIVERSIDADE TIRADENTES -
UNIT



Continuação do Parecer: 429.256

ARACAJU, 18 de Outubro de 2013

Assinador por:
ADRIANA KARLA DE LIMA
(Coordenador)