

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE  
PORTO ALEGRE – UFCSPA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**


**Bruna Müller Leão**

**Estimulação Elétrica Neuromuscular  
Diafragmática em pacientes com  
Insuficiência Cardíaca: Ensaio Clínico  
Não Controlado**

Porto Alegre

2016

**Bruna Müller Leão**



**Estimulação Elétrica Neuromuscular  
Diafragmática em pacientes com  
Insuficiência Cardíaca: Ensaio Clínico  
Não Controlado**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para obtenção do grau de Mestre.

**Universidade Federal de Ciências da Saúde  
de Porto Alegre**

Orientador: Dr. Rodrigo Della Méa Plentz  
Co-orientador: Dr. Fabrício Edler Macagnan

Porto Alegre

2016

**DEDICATÓRIA**

Dedico a minha família, que é a base de tudo em minha vida!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família:

A minha mãe Henriete, por todos os ensinamentos, princípios, educação, confiança e amor a mim dedicados. Tudo que eu sou hoje, devo a ela. Pela luta nada fácil de criar filhos sem a presença física do meu pai, mas podendo contar com a presença dele noutra plano.

Ao meu irmão Alexandre, que sempre me apoia e incentiva nas minhas decisões e novos desafios, e pelo acalento ao chegar em casa e me receber com o carinho mais terno e amoroso de sempre.

A minha prima Tuti que foi a maior incentivadora para continuar na vida acadêmica, primeiramente na especialização e agora no Mestrado, e seguir sempre adquirindo novos conhecimentos.

A minha Vó Herta, minha grande fonte de inspiração, força e ternura; ela que nos ensinou o verdadeiro sentido da palavra “família”. Hoje com 101 anos, torce pela vitória de todos os seus e reza todas as noites por nós.

À Ivonni, minha segunda vó, por toda atenção, cuidado, carinho e amor incondicional a mim dispendidos por toda a vida.

À Dadá e os demais familiares pela torcida de sempre!

Agradeço ao meu orientador, Rodrigo Della Méa Plentz, pelo acompanhamento ao longo dessa jornada; pela confiança em me sugerir e orientar acerca de um assunto relativamente novo no grupo de pesquisa; pela orientação ao longo das primeiras pesquisas, coletas e dissertação em si.

Ao meu co-orientador, Fabricio Macagnan, pela disposição em me ajudar e pela orientação na minha pesquisa e dissertação.

Ao meu eterno professor e amigo João Bonatto pelos conselhos e orientações preciosas de sempre.

A minha colega de Mestrado, Gabriela Baldissera, que vivendo na mesma fase de tensão, sempre me apoiou, incentivou, motivou e desejou todos os melhores sentimentos. Com toda a tensão que esse momento representa, ela que conseguiu deixá-lo mais leve.

À Jociane Shardong e à Graziela Niccolodi, colegas do grupo de pesquisa, que me auxiliaram desde o início para a conclusão deste trabalho.

À equipe da Cardiologia Clínica do Hospital São Francisco que me auxiliou na seleção e coleta dos pacientes nas unidades de internação e que confiou no meu trabalho.

A todos aqueles que me ajudaram de uma forma ou de outra a concluir esse trabalho.

Muito obrigada!

*“Dream until your dreams comes true”.*  
*Steven Tyler*

## RESUMO

**Fundamento:** A insuficiência cardíaca (IC) é a consequência final de todas as doenças que acometem o coração. O diafragma é o principal músculo da respiração e o primeiro a ser debilitado com a IC e que compromete diretamente na qualidade de vida, morbidade e mortalidade. **Objetivo:** Analisar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) diafragmática em pacientes com IC sobre a força muscular respiratória e a espessura do diafragma. **Métodos:** Ensaio clínico não controlado, foram selecionados sete pacientes portadores de IC descompensada, *New York Heart Association (NYHA)* II, III e IV. Terapia com a EENM diafragmática com corrente pulsada bifásica e simétrica, frequência de 80Hz, largura de pulso de 0,4ms, rampa de 1s, tempo *on* de 1s, descida de 2s e tempo *off* de 1s, duas vezes ao dia, por cinco dias ou até a alta hospitalar. Foram avaliados antes da primeira e após a última sessão de EENM diafragmática através da manovacuometria para verificação da pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max) e pressão expiratória máxima (P<sub>E</sub>max), e através da ultrassonografia do diafragma para avaliar a espessura diafragmática. **Resultados:** Dos sete pacientes incluídos, quatro (57%) eram homens, com idade de 62±15,1 anos, NYHA, quatro (57%) na CF II, dois na CF III (29%) e um (14%) na CF IV. Houve aumento da P<sub>I</sub>max pré 84,4 ± 40,2cmH<sub>2</sub>O e pós 109,9 ± 43,9cmH<sub>2</sub>O (p=0,01) e a P<sub>E</sub>max pré 71,9 ± 23,3cmH<sub>2</sub>O e pós 84,3 ± 34,4cmH<sub>2</sub>O (p=0,03). **Conclusão:** A EENM diafragmática em pacientes com IC mostrou-se efetivo acarretando melhora na força da musculatura respiratória.

**Palavras-chave:** Insuficiência Cardíaca; Diafragma; Estimulação Elétrica; Terapia Respiratória; Reabilitação.

## ABSTRACT

**Background:** Heart failure is the end result of all diseases that affect the heart. The diaphragm is the primary muscle of respiration and the first to be weakened with heart failure, compromising directly on the quality of life, morbidity and mortality. **Objective:** To analyze the effects of diaphragmatic neuromuscular electrical stimulation (NMES) in patients with heart failure on respiratory muscle strength and diaphragm thickness. **Method:** Non controlled clinical trial study, with seven patients diagnosed by heart failure decompensated were selected at São Francisco Hospital, belonging to the Irmandade Santa Casa de Misericórdia Hospital, New York Heart Association (NYHA) functional classification (FC) II, III e IV. Diaphragmatic NMES therapy using pulsed current, biphasic and symmetrical, frequency 80Hz, pulse width 0,4ms, rise time 1s, time on 1s, descent 2s e time off 1s, twice a day, for five days or until hospital discharge. They were evaluated before the first and after the last session of diaphragmatic NMES through the manometer to check the maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP), and by the diaphragm ultrasound to measure the diaphragmatic thickness. **Results:** There were seven patients in the sample. Four (57%) were men, average age  $62 \pm 15.1$  years, according NYHA, four (57%) in FC II, two in FC III (29%) and one (14%) in FC IV. There was an increase in respiratory muscle strength, MIP values being in the pre  $84,4 \pm 40,2$ cmH<sub>2</sub>O and post intervention  $109,9 \pm 43,9$ cmH<sub>2</sub>O ( $p=0,01$ ) and MEP in the pre  $71,9 \pm 23,3$ cmH<sub>2</sub>O and post intervention  $84,3 \pm 34,4$ cmH<sub>2</sub>O ( $p=0,03$ ). **Conclusion:** Diaphragmatic NMES in heart failure patients is an effective method because it improves respiratory muscle strength.

**Keywords:** Heart Failure; Diaphragm; Electrical Stimulation; Respiratory therapy; Rehabilitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ultrassonografia Diafragmática. Posicionamento do transdutor para visualização da espessura do diafragma .....	23
Figura 2 – Ultrassonografia diafragmática. Imagem obtida para visualização da espessura do diafragma .....	24
Figura 3 – Ultrassonografia diafragmática. Imagem para visualização das excursões diafragmáticas .....	25
Figura 4 – Pontos anatômicos para conhecimento e aplicação da EENM diafragmática .....	31
Figura 5 – Localização dos eletrodos para aplicação da EENM diafragmática: 6º, 7º e 8º espaços intercostais e paraxifóide .....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de referência de P <sub>I</sub> max e P <sub>E</sub> max estabelecidos por gênero e idade .....	22
Tabela 2 – Recrutamento de Unidades Motoras durante contração voluntária e em EENM .....	27

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sinais e sintomas da insuficiência cardíaca.....	18
---	----

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IC	Insuficiência cardíaca
ICC	Insuficiência cardíaca congestiva
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
ECG	Eletrocardiograma
PI <sub>max</sub>	Pressão inspiratória máxima
PE <sub>max</sub>	Pressão expiratória máxima
PO	Pós-operatório
BNP	<i>Brain natriuretic peptide</i>
NYHA	<i>New York Heart Association</i>
FES	<i>Functional electrical stimulation</i>
EENM	Estimulação elétrica neuromuscular
cmH <sub>2</sub> O	centímetro de água
Hz	Hertz
MHz	Megahertz

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 INSUFICIÊNCIA CARDÍACA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 FRAQUEZA DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA NA INSUFICIÊNCIA     CARDÍACA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA.....</b>	<b>19</b>
2.3.1 Manovacuometria .....	20
2.3.2 Ultrassonografia .....	21
<b>2.4 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR (EENM).....</b>	<b>25</b>
2.4.1 Frequência .....	27
2.4.2 Rampa.....	27
2.4.3 Largura de Pulso / Duração de Pulso.....	28
2.4.4 Ciclo de trabalho .....	28
2.4.5 Intensidade.....	28
<b>2.5 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR DIAFRAGMÁTICA .....</b>	<b>29</b>
<b>3 OBJETIVO .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>32</b>
<b>4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>5 ARTIGO .....</b>	<b>39</b>
<b>6 CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>54</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO A: Normas para publicação na Revista Científica .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO B: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa .....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é uma epidemia global que afeta milhões de pessoas em todo o mundo (1). Estima-se que 2% da população mundial apresenta doença cardíaca, e esse número sobe para 10% quando em idosos acima dos 70 anos (1). A IC é a consequência final de todas as doenças que acometem o coração (2-4). Pode ser definida como disfunção cardíaca por apresentar déficit no suprimento sanguíneo para atender as demandas metabólicas tissulares (5).

Pode ocorrer devido aos danos causados por doença coronariana, hipertensão arterial sistêmica, valvulopatias, alcoolismo e infecções virais (2). As alterações hemodinâmicas encontradas, referem-se às alterações no débito cardíaco e elevação da pressão pulmonar e venosa sistêmica. A redução do débito cardíaco é a principal responsável pelos sintomas apresentados durante o exercício (6).

Os pacientes apresentam limitações quanto a capacidade de exercício por fatores originados no sistema vascular, respiratório ou muscular. Observa-se a fadiga e dispneia como os principais sintomas do ciclo da fraqueza muscular periférica e respiratória (6, 7). A fraqueza muscular respiratória é uma manifestação progressiva e proporcional a gravidade da doença, o que compromete diretamente na qualidade de vida (6, 7), morbidade e mortalidade (8-10). Muitos estudos vêm sendo realizados a fim de elucidar o real motivo da fraqueza muscular respiratória, porém ainda não foram completamente estabelecidos. Anormalidades como a atrofia das fibras do tipo 1 no diafragma de pacientes com insuficiência cardíaca são encontradas (11).

Formas de treinamento da musculatura respiratória vem sendo estudadas a fim de reduzir os principais sintomas apresentados pela insuficiência cardíaca. Terapia por pressão positiva (12), treino de musculatura inspiratória (13-15), exercício associado ao treino de musculatura inspiratória (16, 17) e treino aeróbio (18) são alguns exemplos de modalidades já pesquisadas.

Outra técnica para reforço de musculatura respiratória que apresenta benefícios é a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) diafragmática. Essa terapia já foi pesquisada e apresentou resultados positivos na melhora da força muscular respiratória em algumas populações, como em mulheres saudáveis (19), em pós-operatório de cirurgia cardíaca (20), em pós-operatório de cirurgia cardíaca com complicação por paresia frênica (21), em idosos institucionalizados (22), em pacientes

com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (23), porém nenhum estudo foi encontrado nas principais bases de dados sobre EENM diafragmática em pacientes com IC.

A necessidade de reduzir os sintomas de fadiga e dispneia é iminente, visto que o diafragma é o principal músculo da respiração e o primeiro a ser debilitado com a insuficiência cardíaca (24). Visto a necessidade, este estudo tem como objetivo analisar os efeitos da EENM diafragmática em pacientes com IC sobre a força muscular respiratória e a espessura do diafragma.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1 INSUFICIÊNCIA CARDÍACA

É uma síndrome complexa proveniente de qualquer comprometimento estrutural ou funcional no enchimento ventricular ou na ejeção do sangue (25). Um estado fisiopatológico em que a anormalidade da função cardíaca é responsável pela insuficiência do coração como bomba, ou seja, a incapacidade de bombear o sangue suficiente para o resto do corpo. As alterações hemodinâmicas encontradas remetem a resposta inadequada do débito cardíaco, elevação da pressão pulmonar e pressão venosa sistêmica (3). A redução do débito cardíaco é a causa mais comum por perfusão tecidual insuficiente, porém também pode-se apresentar na forma do débito cardíaco normal ou elevado (3). Anormalidades das válvulas, pericárdio, endocárdio, ritmo cardíaco e condução também são causas conhecidas da IC (1).

Sendo a via final das doenças de acometem o coração (2-4), a IC pode apresentar diversas causas. A cardiopatia isquêmica é a mais comum delas. Pode-se também ser de origem Chagásica, congênita, hipertensiva, alcóolica, miocardite, cardiomiopatia ou, por exclusão destas citadas, idiopática (1, 3).

A exposição a fatores de risco para a IC deve ser avaliada, pois pode ser crucial na determinação de um diagnóstico correto. Os principais fatores associados a IC são: História familiar de doença cardíaca, diabetes, hipertensão arterial, etilismo, tabagismo, dislipidemia, obesidade e sedentarismo. Outros fatores que podem precipitar a IC incluem: quadro infeccioso, insuficiência renal, anemia, ingestão hídrica e salina excessiva, arritmia, embolia pulmonar, dentre outros. Esses últimos podem progredir a doença e/ou levar a descompensação (3).

As terminologias utilizadas para a IC devem estar claras para o conhecimento da doença e sua progressão. O paciente com IC que nunca apresentou sinais e sintomas pode ser considerado com disfunção sistólica do ventrículo esquerdo assintomático. Pacientes que vêm apresentando os sinais e sintomas comuns da IC por algum tempo, são considerados como crônicos. Aqueles que apresentam sintomas e estão em tratamento, e mantém-se com o mesmo quadro por pelo menos um mês, são considerados como estáveis. Quando apresentam piora dos sintomas,

de forma súbita ou lenta, podem ser considerados com IC descompensada (1), o que pode levar a hospitalização, fator agravante da doença e de pior prognóstico (1, 3). O termo IC congestiva é utilizado tanto em IC aguda ou crônica, quando o paciente apresenta excesso de líquidos no corpo. Todos esses termos podem ser utilizados para o mesmo paciente, dependendo da fase em que ele se apresentar e o estágio da doença (1).

A IC é uma epidemia global que afeta milhões de pessoas em todo o mundo (1). Estima-se que 2% da população mundial apresenta doença cardíaca, e esse número sobe para 10% quando em idosos acima dos 70 anos (1). A IC tem um índice de mortalidade de 50% após 5 anos do diagnóstico (25). No Brasil, a IC é a terceira maior causa de internação no Sistema Único de Saúde (SUS), sendo a causa mais frequente dentre as doenças cardiovasculares. No Brasil, a causa mais frequente da IC é a cardiopatia isquêmica, em decorrência da hipertensão arterial (3).

Inicialmente os pacientes apresentam os primeiros sinais e sintomas aos esforços vigorosos, que evoluem para moderados a mínimos. Em fase mais avançada da IC, os sintomas estão presentes inclusive ao repouso. Para conhecimento da situação funcional a qual o paciente se encontra, pode-se observar a classificação de acordo com a Classe Funcional pela *New York Heart Association* (26):

Classe I: Ausência de sintomas durante as atividades cotidianas. A limitação para esforços é semelhante à esperada em indivíduos normais.

Classe II: Sintomas desencadeados por atividades cotidianas.

Classe III: Sintomas desencadeados em atividades menos intensas que as cotidianas ou em pequenos esforços.

Classe IV: Sintomas em repouso.

A IC pode ser classificada também de acordo com a progressão da doença. Esse instrumento é capaz de avaliar o momento da doença em que o paciente se encontra, avaliar qualidade de vida e prognóstico e estabelecer prioridades e terapias específicas. Pode ser considerada uma referência para a identificação de pacientes com indicação de intervenções predominantemente preventivas (estágios A e B), terapêuticas (estágios C) ou seleção de pacientes para procedimentos especializados e cuidados paliativos (estágio D)(3):

Estágio A - Inclui pacientes sob risco de desenvolver insuficiência cardíaca, mas ainda sem doença estrutural perceptível e sem sintomas atribuíveis à insuficiência cardíaca.

Estágio B - Pacientes que adquiriram lesão estrutural cardíaca, mas ainda sem sintomas atribuíveis à insuficiência cardíaca.

Estágio C - Pacientes com lesão estrutural cardíaca e sintomas atuais ou progressos de insuficiência cardíaca.

Estágio D - Pacientes com sintomas refratários ao tratamento convencional, e que requerem intervenções especializadas ou cuidados paliativos.

O diagnóstico pode ser estabelecido através da avaliação clínica baseada na história, exame físico e investigação apropriada. Para ser considerada como síndrome, os pacientes devem apresentar sinais e sintomas típicos como fadiga e dispneia, tanto em repouso quanto aos esforços, e retenção de líquidos que levam a edema periférico, congestão pulmonar e esplênica (25). Esses sinais podem ocorrer em virtude de disfunção sistólica, diastólica ou ambas, afetando um ou os dois ventrículos. Em 60% dos casos de adultos diagnosticados com IC, existe associação com a disfunção ventricular sistólica esquerda, e em 40% dos casos, à disfunção diastólica (3).

Os principais sinais e sintomas da IC podem ser vistos no Quadro 1, de acordo com *Guideline and for the diagnosis and treatment of acute and chronic Heart Failure of European Society of Cardiology* (2016) (1):

<b>Sintomas</b>	<b>Sinais</b>
Típicos	Mais específicos
Dispneia	Elevação da pressão venosa jugular
Ortopneia	Refluxo hepatojugular
Dispneia paroxística noturna	Terceira bulha cardíaca
Redução da tolerância ao exercício	Impulso apical deslocado lateralmente
Fadiga e cansaço, que aumentam com exercício	
Edema de tornozelos	
Menos típicos	Menos específicos
Tosse noturna	Ganho de peso (>2Kg/semana)
Chiado no peito	Perda de peso (na IC avançada)
Sensação de inchaço	Caquexia
Perda de apetite	Murmúrio cardíaco
Confusão (especialmente em idosos)	Edema periférico (tornozelos, sacro e escroto)
Depressão	Crepitação Pulmonar
Palpitação	Redução no fluxo de ar e diminuição a percussão torácica (líquido pleural)
Tontura	Taquicardia
Síncope	Padrão Cheyne Stokes
	Hepatomegalia
	Ascite
	Extremidades frias
	Oligúria
	Pulso filiforme

Quadro 1: Sinais e sintomas da insuficiência cardíaca.

O diagnóstico pode ser determinado com base na avaliação clínica e análise de exames específicos. Com alguns dos sinais e sintomas citados acima, exames laboratoriais e de imagem devem ser solicitados para conclusão diagnóstica. A pesquisa do peptídeo natriurético do tipo B (BNP) pode ser utilizada como teste inicial para diagnóstico. O eletrocardiograma (ECG) e a ecocardiografia são exames comumente solicitados a fim de determinar o diagnóstico, definir a etiologia e acompanhar a evolução da doença. Outros exames mais específicos também podem ser solicitados como: radiografia torácica, ecocardiografia de estresse, ressonância magnética cardíaca, cintilografia miocárdica, cateterismo cardíaco, tomografia computadorizada cardíaca, dentre outros (1).

Os tratamentos vêm sendo aprimorados e com isso há um declínio na mortalidade por insuficiência cardíaca. Os avanços através de novas pesquisas terapêuticas vêm para retardar e/ou prevenir os efeitos da IC. O controle dos fatores de risco, a implementação dos inibidores da enzima conversora da angiotensina, os  $\beta$ -bloqueadores, a revascularização miocárdica, implantação cardioversores desfibriladores e resincronizadores cardíacos são exemplos de tratamentos que levam a uma maior qualidade de vida e sobrevida (27).

## **2.2 FRAQUEZA DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA NA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA**

A fraqueza da musculatura respiratória está relacionada a disfunção inspiratória nos pacientes com IC, que pode ser avaliada através de testes específicos para a musculatura respiratória, como a manovacuometria, que obtém a pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max) (28). Assumindo que a musculatura inspiratória tem como principal músculo o diafragma, quando os valores obtidos nos testes confirmam a fraqueza do sistema inspiratório, pode-se afirmar que existe uma disfunção diafragmática.

Pode se considerar fraqueza da musculatura inspiratória quando este valor está abaixo de 70% do valor predito (13). Pacientes com IC grave apresentam aproximadamente 50% da P<sub>I</sub>max predita, e essa diminuição independe da etiologia da doença que leva a IC (29). Em uma população de pacientes com IC de 60-70 anos, CF NYHA de I a III, tem uma disfunção inspiratória de 30-50%

A fim de determinar os motivos que levam a dispneia e a limitação nas atividades de vida diária, principais sintomas da IC, muitos estudos pesquisam acerca do assunto na tentativa de esclarecer a causa e efeito. A fraqueza da musculatura esquelética contribui para surgimento desses sintomas (30-32), porém as alterações que levam a fraqueza da musculatura respiratória ainda não estão claros.

A morbi e mortalidade por IC está relacionada a disfunção diafragmática. A fraqueza da musculatura inspiratória pode ser considerada como um preditor de prognóstico da IC (33). O valor da P<sub>I</sub>max é inversamente proporcional a classificação funcional, de acordo com NYHA (33, 34), e sabe-se que quanto maior a classificação

funcional, menor a tolerância às atividades de vida diárias e menor a qualidade de vida. Por inabilidade de gerar força adequada para tosse e remoção de secreções, também pode predispor os pacientes a pneumonia e hospitalizações frequentes (35).

A fraqueza da musculatura respiratória está associada a diminuição da tolerância aos esforços nos pacientes com IC (36) e pode ter relação com a fadiga crônica (37). Estudos mostram que não há relação com a utilização da musculatura acessória durante o exercício e reafirmam que o trabalho do diafragma é aumentado dramaticamente nas atividades, retornando a discussão sobre a dispneia estar intimamente ligada a diminuição de força da musculatura respiratória (8). A análise da complacência pulmonar quando em repouso, também não apresentou relação com a dispneia e tolerância aos esforços na IC (38), assim como não apresenta relação com os volumes pulmonares e espirometria (39). O aumento da degradação de proteína, que leva a perda da massa muscular, e elevados níveis oxidativos, que leva a disfunção contrátil, poderiam ser algumas das causas, porém os estudos também não comprovam essa hipótese (18).

A medida que se agrava a doença, os pacientes aumentam o trabalho e frequência respiratória. As fibras musculares do tipo I vão sendo substituídas pelas fibras tipo II e esse processo determina a redução progressiva na capacidade do exercício, devido a fadiga precoce e hiperventilação (40).

O que se pode comprovar, de acordo com as referências pesquisadas, é que existe uma relação direta entre a intolerância aos esforços e a fraqueza da musculatura inspiratória (1, 4, 25, 36, 37, 41-43).

### **2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA**

A fraqueza da musculatura respiratória leva a uma série de sinais e sintomas limitantes aos pacientes, não somente aqueles com doença de origem neuromuscular, mas também nos cardíacos, neurológicos e pneumopatas. A necessidade de avaliar as reais condições dessa musculatura, pode auxiliar no diagnóstico, progressão da doença, avaliação das terapias e prognóstico.

Existem alguns testes que podem ser realizados para a avaliação da musculatura respiratória, como método volitivos, quando pode-se contar com a colaboração do paciente e não volitivos, quando não há colaboração do paciente (44).

Neste trabalho foram utilizados dois métodos para avaliação da musculatura respiratória: um volitivo, a manovacuometria e um não volitivo, a ultrassonografia.

### 2.3.1 Manovacuometria

Utilizada para verificar as pressões inspiratórias e expiratórias máximas. A medida é feita com manovacuômetro analógico ou digital. Dá-se preferência aos aparelhos digitais, pois as pressões máximas se dão de forma muito breve, podendo haver dificuldade na visualização correta através do aparelho analógico (44, 45).

O paciente é posicionado sentado e um clipe nasal é colocado a fim de evitar fugas e alteração nos valores. Para as medidas, um bocal deve ser posicionado na boca. O bocal deve ser rígido e conter um orifício de até 2mm a fim de evitar o fechamento glótico (44-46) e anular a pressão gerada pelos músculos faciais (44).

A pressão inspiratória máxima (PI<sub>max</sub>) é a maior pressão subatmosférica que pode ser gerada durante uma inspiração contra a via aérea ocluída (46). A medida é realizada inicialmente solicitando que o paciente expire até o volume residual e então realizar uma inspiração máxima, mantendo por um a dois segundos (44). Essa medida deve ser realizada de três a cinco vezes, com intervalo de um minuto entre cada esforço máximo, onde o maior valor é que deve ser considerado (44, 46), desde que ele não seja obtido do último esforço (46). O limite inferior da normalidade para PI<sub>max</sub> para mulheres é de 60cmH<sub>2</sub>O e para homens 80cmH<sub>2</sub>O (44).

A pressão expiratória máxima (PE<sub>max</sub>) é a maior pressão que pode ser desenvolvida durante a expiração forçada contra a via aérea ocluída (46). A medida deve ser realizada inicialmente solicitando uma inspiração profunda até a capacidade pulmonar total e então realizar uma expiração máxima, mantendo por um ou dois segundos (44). As demais orientações são as mesmas da PI<sub>max</sub>. O limite inferior da normalidade para PE<sub>max</sub> para mulheres é de 120cmH<sub>2</sub>O e para homens 150cmH<sub>2</sub>O (44). Com esses valores limites elevados de PE<sub>max</sub>, a ocorrência de testes falsos-positivos são frequentes para fraqueza expiratória, já que valores mais baixos podem

ser atribuídos a esforços submáximos ou vazamento de ar ao redor do bocal durante a manobra, em geral por fraqueza da musculatura facial (44).

Os valores preditos de acordo com o gênero e idade, comumente utilizado, foi descrito por Neder et al (46), onde explana que as limitações apenas por gênero são inespecíficas e generalistas. Em seu estudo, confirma a relação entre gênero e idade, e estabelece equações preditivas para P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max podendo ser usadas na prática clínica ou em pesquisa. A equação pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de referência de P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max estabelecidos por gênero e idade, segundo Neder et al (46):

Valores de referência para P <sub>I</sub> max e P <sub>E</sub> max	
<b>P<sub>I</sub>max</b>	Homens: $y = -0.80 (\text{idade}) + 155.3$
	Mulheres: $y = -0.49 (\text{idade}) + 110.4$
<b>P<sub>E</sub>max</b>	Homens: $y = -0.81 (\text{idade}) + 165.3$
	Mulheres: $y = -0.61 (\text{idade}) + 115.6$

P<sub>I</sub>max: Pressão inspiratória máxima. P<sub>E</sub>max: Pressão expiratória máxima.

As alterações encontradas quanto a P<sub>I</sub>max podem estar associadas a fraqueza muscular inspiratória ou diafragmática, causando dispneia e fadiga. As alterações na P<sub>E</sub>max associam-se com a dificuldade na manobra de tosse e aumento da ocorrência de infecções respiratórias. Ambos os valores podem ser úteis como preditores de sucesso na descontinuação da ventilação mecânica (extubação) e para controle e avaliação de terapias para reforço muscular respiratório (44).

### 2.3.2 Ultrassonografia

É um método não invasivo, livre de radiação, de fácil aplicação, relativamente de baixo custo e que pode ser repetido com frequência para a visualização da espessura e mobilidade do diafragma (44, 47-49). É também uma ferramenta efetiva para diagnóstico das disfunções no diafragma (50).

A posição de preferência para a realização do exame é a supina, pois tem menor variabilidade global e uma maior reprodutibilidade. Os pacientes podem ser

avaliados durante a respiração espontânea, respiração profunda e na manobra de fungar (49).

Um transdutor é posicionado imediatamente abaixo da margem costal direita ou esquerda, na linha axilar média anterior, na direção medial, cefálica e dorsal, de modo que o feixe do ultrassom atinja perpendicularmente o terço posterior do correspondente hemidiafragma, como pode ser visualizado na Figura 1. Para auxiliar a detecção da hemicúpula direita, utiliza-se como janela acústica o fígado, e para hemicúpula esquerda, o baço (49, 51), este último mais difícil de ser visualizado por ter a janela acústica menor no auxílio da detecção da imagem do diafragma (49).



Figura 1 - Ultrassonografia Diafragmática. Posicionamento do transdutor para visualização da espessura do diafragma. Fonte: Matamis et al (51)

Para visualização da espessura diafragmática utiliza-se o modo bidimensional (2D) e o transdutor deverá ser de alta frequência  $\geq 10\text{MHz}$ . O transdutor é posicionado na zona de aposição do diafragma, utilizando a abordagem intercostal (49). Nesta área pode ser visualizada uma estrutura composta de três linhas distintas: uma linha central não-ecogênica e nas extremidades duas linhas ecogênicas, uma representando o limite peritoneal e a outra o limite pleural (51). A imagem pode ser captada ao final da expiração e na inspiração máxima (51). A espessura média do diafragma deve ser de 0,22 a 0,28cm, conforme estudo envolvendo voluntários saudáveis (52). Outro estudo refere que a média da espessura também em indivíduos

saudáveis é de 0,32cm para cúpula direita e 0,34cm para cúpula esquerda (50). Outro estudo refere que a média desse valor é de 0,15cm (44), comprovando a divergência desse valor de referência. A espessura do diafragma menor que 0,2cm mensurada ao final da expiração tem sido proposta como o ponto de corte para atrofia diafragmática (53, 54). A imagem obtida na ultrassonografia para visualização do diafragma pode ser vista na Figura 2.

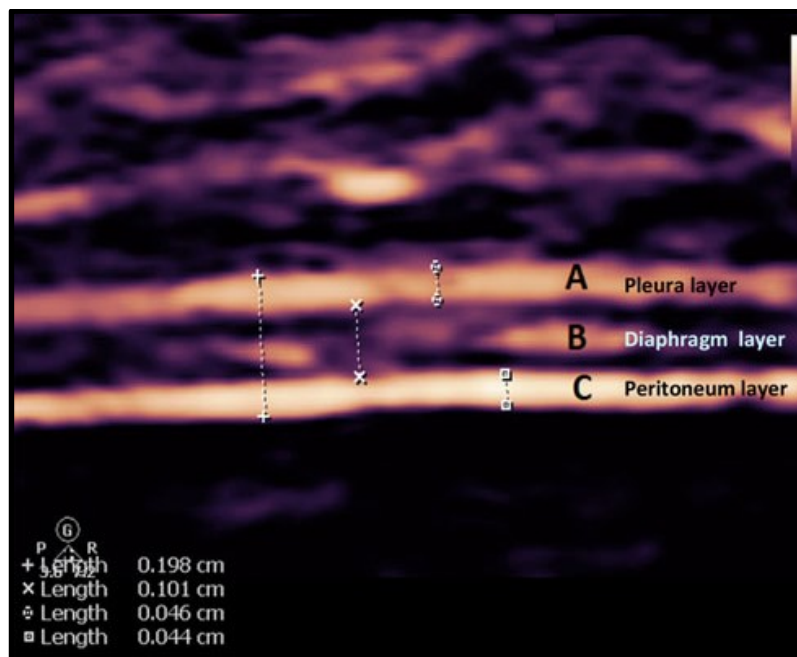


Figura 2 - Ultrassonografia diafragmática. Imagem obtida para visualização da espessura do diafragma. Fonte: Matamis et al (51).

O aumento da espessura do diafragma indica hipertrofia, conseqüentemente maior habilidade de gerar força. Estudos que aplicam treino muscular inspiratório são capazes de verificar aumento da espessura após quatro semanas de treinamento em pacientes com IC (55); seis semanas com atletas paraolímpicos com lesão cervical (56); após oito semanas em indivíduos saudáveis (57), em idosos (58), em adultos com fibrose cística (59).

Através das medidas da espessura do diafragma pode ser calculada a fração de espessamento (do inglês *thickening fraction*) do diafragma (47, 51, 60), onde o cálculo é o seguinte:

$$TF = \frac{\text{espessura da inspiração máxima} - \text{espessura do final da expiração}}{\text{espessura do final da expiração}}$$

A fração de espessamento pode ser utilizada como um índice de eficiência do diafragma como um gerador de pressão (60) e como preditor de desmame da ventilação mecânica (47).

Para visualização da mobilidade diafragmática utiliza-se o modo M. O transdutor utilizado deverá ser convexo (44, 61). Inicialmente o modo bidimensional é utilizado para localizar o diafragma e então altera-se para o modo M. O movimento inspiratório normal é caudal e expiratório é cranial. Nesse modo pode ser verificada as excursões diafragmáticas, a velocidade da contração do diafragma, o tempo inspiratório e a duração do ciclo (51).

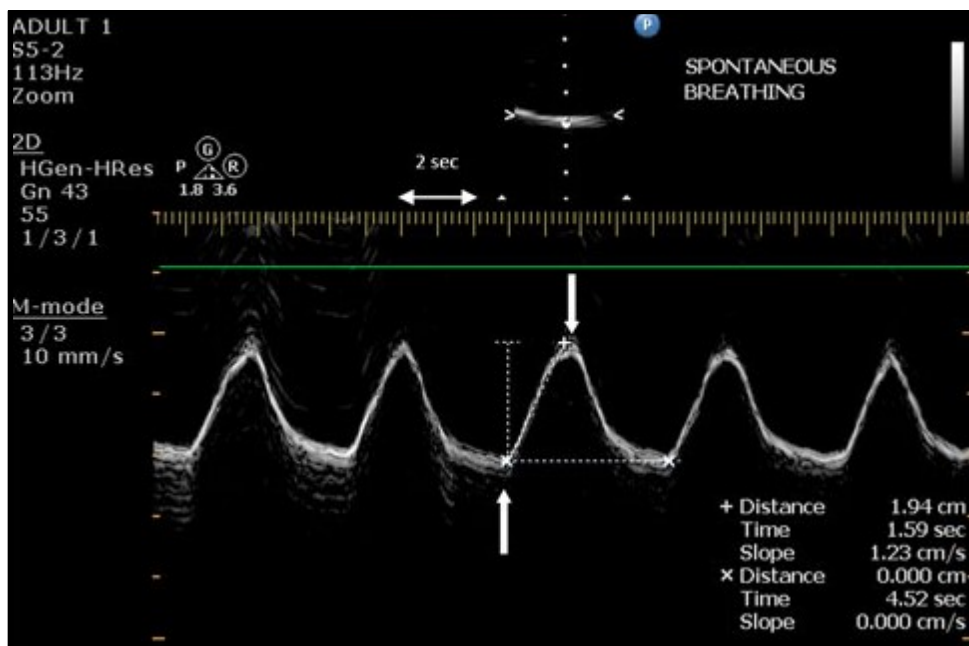


Figura 3 - Ultrassonografia diafragmática. Imagem para visualização das excursões diafragmáticas.  
Fonte: Matamis et al (51)

Para a mensuração dos valores, obtém-se três imagens subsequentes de cada modalidade. São realizadas as medidas de cada imagem e então o valor médio dos três, será a medida válida (51, 61).

O método apresenta algumas restrições e fatores limitantes para sua realização. Os pacientes obesos, com distensão abdominal ou extensos curativos na

região do abdome podem prejudicar a aplicação do exame e a captação das imagens. Outro fator limitante está relacionado a interpretação das imagens, que é diretamente dependente da avaliação do examinador (44).

## **2.4 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR (EENM)**

É um recurso fisioterapêutico utilizado na reabilitação neuromuscular, que auxilia na contração muscular para indivíduos que apresentam algum tipo de dificuldade ou incapacidade de realizar o movimento voluntário (19). A aplicação de estimulação elétrica ou eletroestimulação superficial nos músculos, de uma forma geral, tem com o objetivo desencadear a contração muscular visível, devido a ativação axonal de neurônios motores ou ramos intramusculares (62). É utilizada de muitas formas para facilitar as mudanças na ação e performance muscular (63). A estimulação elétrica pode ser utilizada para reforço muscular, ganho de amplitude de movimento, diminuição de edema, cicatrização tecidual e diminuição da dor (63). O estímulo elétrico é geralmente conduzido por um ou mais eletrodos posicionados nas proximidades do ponto motor do músculo a ser estimulado. O nervo motor deve estar intacto para a efetividade da técnica (64). EENM é uma corrente despolarizada, de baixa frequência (10-1000Hz) que visa a contração muscular.

Dependendo da condição do músculo a ser estimulado, a atuação da eletroestimulação poderá ser utilizada para:

- Preservação da massa e função muscular durante períodos prolongados de desuso e imobilização (65);
- Recuperação de massa e função muscular por prolongados períodos de desuso e imobilização (66);
- Melhora da força muscular periférica em indivíduos idosos saudáveis (67), atletas recreativos e competitivos (68), portadores de IC (69), portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (70), doença renal crônica (71), etc;
- Manutenção da força muscular em pacientes críticos (72, 73);
- Alterações metabólicas e estruturais em membros inferiores (74);
- Auxílio na recuperação no pós-operatório de artroscopia total de joelho (75);

- Diminuição da espasticidade e ganhos em amplitude de movimento em pacientes pós acidente vascular encefálico (76).

O termo mais popularmente conhecido como FES, vem do inglês “*Functional Electrical Stimulation*”, e refere-se ao processo de estimulação simultânea ou intermitente a uma tarefa funcional (77). Já a estimulação elétrica neuromuscular é utilizada de forma independente, não necessita da colaboração do paciente para a contração muscular. A contração pode ser visível apenas pelos parâmetros estabelecidos no eletroestimulador, sem a participação do paciente (78, 79).

A EENM é aplicada através de eletrodos fixados na pele íntegra e limpa. Eles são os meios pelo qual o fluxo de elétrons de saída de um estimulador elétrico é convertido em fluxo de corrente iônica para os tecidos vivos. São sempre necessários ao menos dois eletrodos para a corrente atuar. Esses dois pontos serão chamados de pólos. Um pólo será o negativo, onde terá a maior concentração de cargas, e o pólo positivo, onde terá a menor concentração de cargas e o fluxo das cargas ocorrerá do negativo para o positivo (80).

As limitações da técnica se referem ao desconforto associado a estimulação periférica durante a passagem da corrente (63, 81) e o recrutamento de fibras musculares ter seu espaço limitado para a estimulação (63, 82). As principais diferenças entre a EENM e a contração muscular voluntária, de acordo com Maffioletti et al (2010) (64), podem ser vistas de acordo com a Tabela 2:

Tabela 2 - Recrutamento de Unidades Motoras durante contração voluntária e em EENM:

<b>Contração voluntária</b>	<b>Contração EENM</b>
<b>Temporal</b> Assincrônico	Sincrônico
<b>Espacial</b> Disseminado	Superficial (próximo aos eletrodos)
Rotações são possíveis	Fixado no espaço
Quase completa (mesmo em contração máxima)	Muito incompleta (mesmo em contração máxima)
<b>Ordem</b>	

Sim, seletivo (devagar para rápido)	Não, não seletivo, aleatório
<b>Consequência</b> Fadiga parcial	Fadiga extrema

O entendimento das ferramentas da técnica é de fundamental importância para segurança do paciente e sucesso da terapia (63). Os parâmetros a serem ajustados pela técnica são: frequência, largura de pulso/duração, rampa, ciclo de trabalho e intensidade.

#### 2.4.1 Frequência

Refere-se aos pulsos produzidos por segundo durante a estimulação elétrica. A unidade de medida é em Hertz (Hz). Como por exemplo: 40Hz são 40 pulsos por segundo. Pode variar de acordo com o objetivo da intervenção ou tarefa (63). A EENM é considerada uma corrente de baixa frequência (10-100Hz). As frequências mais baixas são consideradas mais desconfortáveis, por conseguir distinguir os pulsos, ao contrário das frequências mais altas que são comumente mais toleradas por referir sensação de formigamento.

As frequências mais utilizadas com objetivo de contração muscular são de 20-100Hz (83). Utiliza-se para treino de resistência muscular (fibras tipo 1, lentas) de 20 a 30Hz e para força muscular (fibras tipo 2, rápidas) acima de 50 a 150Hz (84, 85).

#### 2.4.2 Rampa

É o período de tempo que o impulso elétrico leva até atingir a frequência pré-determinada (*rise time*) e o período em que essa frequência leva até o repouso (*decay*). Esse período de subida e descida gradual, oferece mais conforto ao paciente. Pode suavizar a detecção do impulso nos pacientes com hipertonia, a fim de evitar que o tônus crie resistência contra a corrente elétrica (63). A unidade de medida é feita por unidade de tempo, em segundos (s).

### 2.4.3 Largura de Pulso / Duração de Pulso

A estimulação elétrica entrega padrões de pulso geralmente em formatos geométricos, como quadrado, pontiagudo ou senoidal. São as formas da corrente que se elevam sobre uma linha de base equivalente a zero, podendo ser unifásicas (correntes diretas) ou bifásicas (correntes alternadas) (63). A unidade de medida é de microssegundos ( $\mu\text{s}$ ) ou milissegundos (ms).

Quanto mais longas as larguras de pulso, mais profunda é a penetração no tecido subcutâneo. Quando o objetivo for atingir tecidos secundários, maiores as larguras de pulso devem estar reguladas no eletroestimulador (63).

### 2.4.4 Ciclo de trabalho

É a relação entre atividade e repouso, ou seja, é o tempo em que a corrente está sendo mandada e o tempo de repouso. É também expressa como Tempo *On* (Ton) e Tempo *Off* (Toff). O Ton refere-se a contração muscular e o Toff refere-se ao relaxamento muscular (80).

Utilizado em musculaturas esqueléticas numa proporção de 15% Ton e 85% Toff naquelas menos resistentes à fadiga, e 25% Ton e 75% Toff nas intermediárias e 50% Ton e 50% Toff na musculatura mais resistente (80, 86).

A unidade de medida é feita em segundos (s).

### 2.4.5 Intensidade

É a quantidade de cargas elétricas que transitam em um condutor por um período de tempo. Quanto maior a quantidade de carga, maior a intensidade. Quanto maior a intensidade, maior o número de fibras musculares despolarizadas, maior a quantidade de unidades motoras recrutadas, maior o efeito sensorial e maior a contração. A intensidade deve ser ajustada de acordo com a tolerância do paciente. A unidade de medida é exposta em miliampère (mA) (80).

## 2.5 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR DIAFRAGMÁTICA

Os primeiros interesses na EENM diafragmática foram registrados no século XVIII, quando a técnica foi utilizada para ventilar uma paciente vítima de intoxicação por carvão. Os eletrodos eram posicionados na região cervical, ponto motor do nervo frênico, a fim de produzir a contração do diafragma (87, 88). Houve um período de escassez nas pesquisas sobre estimular o diafragma eletricamente, pois nesse tempo surgiu a ventilação mecânica. Após esse período, em 1950, Sarnoff (89) estimulou o diafragma de uma criança com poliomielite bulbar aguda, onde os eletrodos foram posicionados na base do pescoço, na região lateral e anterior ao músculo escaleno.

Estudo realizado em 1987 (90), com pacientes hígidos e portadores de fraqueza muscular diafragmática, aplicando a estimulação na região da borda posterior do músculo esternocleidomastóideo. Foram avaliados com eletromiografia, pressão gástrica e esofágica. Como resultado, 95% dos pacientes obtiveram melhora na força muscular diafragmática e estabeleceram a técnica como um método vantajoso, seguro e útil. Concluíram também que para a efetividade de técnica é necessária a integridade do nervo frênico.

No decorrer das pesquisas, foi verificado que a melhor posição para a ativação da contração muscular do diafragma seria no nível do sexto, sétimo e oitavo espaço intercostal, situado na linha axilar anterior média, perfazendo a zona de aposição do diafragma (fibras costais) e a região paraxifóide (fibras esternais). A base lateral do pescoço também é considerada um ponto motor, porém apresenta algumas complicações como desconforto, estimulação do plexo cervical e braquial e o risco de estimulação vagal (91). Os pontos anatômicos citados podem ser vistos na Figura 4 e 5.

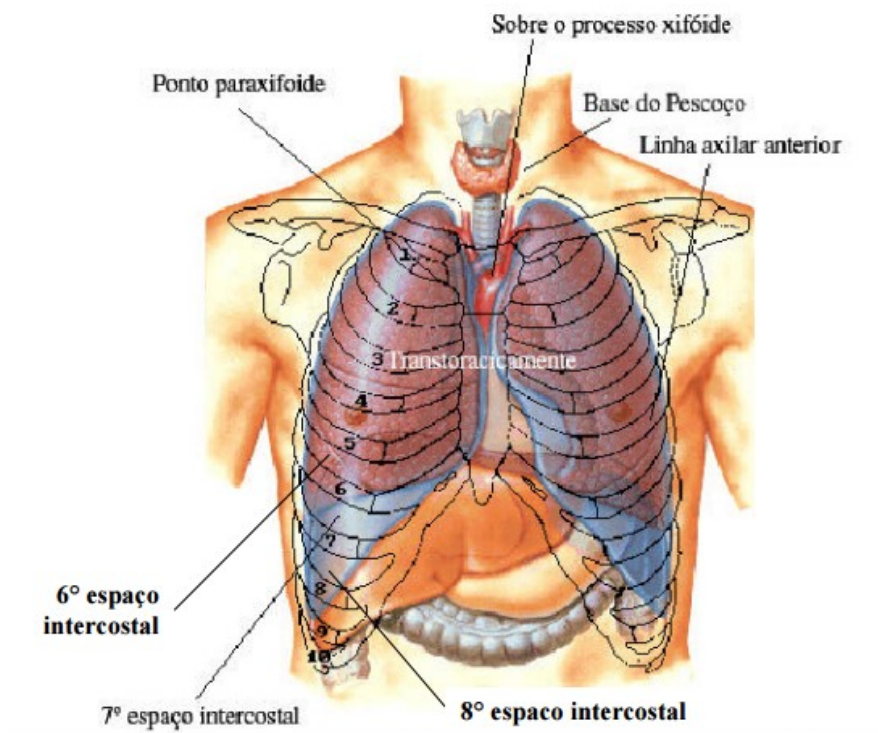


Figura 4 - Pontos anatômicos para conhecimento e aplicação da EENM diafragmática. Fonte: Netter Atlas de Anatomia Humana, 2003 (92).



Figura 5 - Localização dos eletrodos para aplicação da EENM diafragmática: 6º, 7º e 8º espaços intercostais e paraxifóide. Fonte: do pesquisador.

A aplicação de EENM na região torácica sempre foi muito discutida em função da interferência da corrente à hemodinâmica do indivíduo, porém Canceliero et al (19), em estudo experimental com ratos, verificaram que ao utilizar EENM no diafragma não apresentou alterações na frequência cardíaca dos ratos.

Um eletroestimulador específico para estimulação diafragmática foi desenvolvido pela marca Quark, o Phrenics® que já vem com alguns parâmetros fixos e modulados na corrente. Canceliero et al (93) realizaram um estudo comparando o uso do Phrenics® com EENM diafragmática convencional e concluíram que não apresenta diferença estatisticamente significativa entre o uso dos eletroestimuladores.

A maioria dos estudos utiliza como ciclo de trabalho a relação de: rampa 1s, tempo *on* 1s e descida 2s, perfazendo 16 respirações por minuto, nos protocolos com eletroestimulador convencional (19). E quando utilizado o Phrenics® a rampa de 7s, e a possibilidade de ajustar a frequência respiratória em 14, e os demais parâmetros fixos pelo aparelho, como o tempo *on* de 4s (19-22).

Pesquisas sobre a EENM diafragmática já foram realizadas em diferentes populações. Um estudo com 21 mulheres saudáveis (19), sendo sete do grupo EENM diafragmática convencional, sete com Phrenics® e sete no grupo controle. A técnica foi aplicada duas vezes por semana nos grupos intervenção, durante 6 semanas, 30 minutos cada sessão, com frequência de 30Hz e largura de pulso de 400ms em ambos os eletroestimuladores, com diferença apenas nos tempos *on* e *off*. Obtiveram melhora da força muscular inspiratória e expiratória nos dois grupos intervenção.

Em pós-operatório (PO) de cirurgia cardíaca (21) com complicação por paresia diafragmática, um estudo de caso foi realizado onde foram avaliados através de ventilometria e manovacuometria. A EENM diafragmática foi aplicada cinco dias na semana, por duas semanas, e também obteve sucesso com os desfechos analisados. Também com PO de cirurgia cardíaca (20), foi aplicada a técnica em cinco pacientes, avaliando a função pulmonar e força muscular inspiratória no pré, 2º PO e 5º PO. Foram realizadas 10 sessões, com tempo aproximado de 50 minutos cada. Os resultados foram positivos quando comparados os dados do 2º e 5º PO.

Estudo envolvendo idosos institucionalizados aplicou a EENM diafragmática por duas semanas, cinco vezes por semana, uma vez ao dia por 30 minutos cada sessão. Foram avaliadas a função pulmonar e força muscular respiratória. Os

resultados foram positivos quanto ao volume corrente, função pulmonar e na P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max pós intervenção (22).

Em seis pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) foi utilizada a EENM diafragmática com sincronização respiratória por 10 sessões, de 20 minutos cada. Foram avaliadas a força muscular respiratória, função pulmonar e questionário de qualidade de vida. Os resultados foram significativos na avaliação da força muscular respiratória (23).

Outros estudos, como por exemplo de Sachetti et al (94) aplicam a EENM na musculatura acessória da respiração, como músculo reto abdominal e peitoral maior também com o objetivo de melhora da força muscular respiratória e apresentam resultados positivos.

Dentro desse contexto, mais difundido em pesquisa, o marca-passo diafragmático é utilizado em pacientes com lesão medular alta ou nas síndromes de hipoventilação central. Com o objetivo de gerar contração ativa do diafragma é recomendado para pacientes dependentes de ventilação mecânica e restabelecer uma respiração permanente eficiente. A técnica, porém, é feita de forma invasiva, com colocação de eletrodos intratorácicos, diretamente no nervo frênico, ou intra-abdominais, onde os eletrodos são posicionados diretamente no diafragma (95).

### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar os efeitos da EENM diafragmática sobre a força muscular respiratória e a espessura do músculo diafragma em pacientes com IC.

#### 4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO

1. Jessup M, Marwick TH, Ponikowski P, Voors AA, Yancy CW. 2016 ESC and ACC/AHA/HFSA heart failure guideline update - what is new and why is it important? *Nat Rev Cardiol*. 2016;13(10):623-8.
2. Cowie MR, Mosterd A, Wood DA, Deckers JW, Poole-Wilson PA, Sutton GC, et al. The epidemiology of heart failure. *Eur Heart J*. 1997;18(2):208-25.
3. Bocchi EA, Braga FG, Ferreira SM, Rohde LE, Oliveira WA, Almeida DR, et al. [III Brazilian Guidelines on Chronic Heart Failure]. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(1 Suppl 1):3-70.
4. Remme WJ, Swedberg K, Task Force for the Diagnosis and Treatment of Chronic Heart Failure ErSoC. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2001;22(17):1527-60.
5. Verissimo P, Casalasso TJ, Gonçalves LH, Yang AS, Eid RC, Timenetsky KT. High prevalence of respiratory muscle weakness in hospitalized acute heart failure elderly patients. *PLoS One*. 2015;10(2):e0118218.
6. Diretriz de Reabilitação Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2005;84:431-40.
7. Forgiarini LA, Rubleski A, Douglas G, Tieppo J, Vercelino R, Dal Bosco A, et al. Evaluation of respiratory muscle strength and pulmonary function in heart failure patients. *Arq Bras Cardiol*. 2007;89(1):36-41.
8. Mancini DM, Henson D, LaManca J, Levine S. Respiratory muscle function and dyspnea in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation*. 1992;86(3):909-18.
9. Mangner N, Linke A, Oberbach A, Kullnick Y, Gielen S, Sandri M, et al. Exercise training prevents TNF- $\alpha$  induced loss of force in the diaphragm of mice. *PLoS One*. 2013;8(1):e52274.
10. Mangner N, Weikert B, Bowen TS, Sandri M, Höllriegel R, Erbs S, et al. Skeletal muscle alterations in chronic heart failure: differential effects on quadriceps and diaphragm. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2015;6(4):381-90.
11. Lindsay DC, Lovegrove CA, Dunn MJ, Bennett JG, Pepper JR, Yacoub MH, et al. Histological abnormalities of muscle from limb, thorax and diaphragm in chronic heart failure. *Eur Heart J*. 1996;17(8):1239-50.
12. Granton JT, Naughton MT, Benard DC, Liu PP, Goldstein RS, Bradley TD. CPAP improves inspiratory muscle strength in patients with heart failure and central sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153(1):277-82.
13. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):757-63.
14. Plentz RDM, Sbruzzi G, Ribeiro RA, Ferreira JB, Dal Lago P. Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: metanálise de estudos randomizados. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2012;99:762-71.
15. Bosnak-Guclu M, Arikan H, Savci S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *Respir Med*. 2011;105(11):1671-81.
16. Neto MG, Martinez BP, Conceição CS, Silva PE, Carvalho VO. Combined Exercise and Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2016.

17. Adamopoulos S, Schmid JP, Dendale P, Poerschke D, Hansen D, Dritsas A, et al. Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial. *Eur J Heart Fail.* 2014;16(5):574-82.
18. Mangner N, Bowen TS, Werner S, Fischer T, Kullnick Y, Oberbach A, et al. Exercise Training Prevents Diaphragm Contractile Dysfunction in Heart Failure. *Med Sci Sports Exerc.* 2016.
19. Canceliero K, Costa D, Silva C. Transcutaneous Electrical Stimulation of the Diaphragm Improves the Metabolic Conditions of Respiratory Muscles in Rats. *Rev Bras Fisiot* 2006. p. 59-65.
20. Peres P, Kojina T. Uso de eletroestimulação transcutânea diafragmática em pós-operatório de revascularização miocárdica. *Saúde e Pesquisa* 2009. p. 53-7.
21. Baltieri L, Santos L, Pessotti E, Forti E. Transcutaneous Electrical Diaphragmatic Stimulation in Diaphragmatic Paralysis after Cardiac Surgery. *Rev Bras Cardiol* 2012. p. 504-6.
22. Santos L, Borgi J, Daister J, Pazzianotto-Forti E. Diaphragmatic effects of the transcutaneous electrical stimulation on the pulmonary function in elderly. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia [Internet].* 2013; 16:[495-502 pp.].
23. Nohama P, Jorge R, Valenga N. Efeitos da estimulação diafragmática transcutânea sincronizada em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC): um estudo piloto. *Rev Bras Eng Biom,* 2012. p. 103-15.
24. Carmo MM, Bárbara C, Ferreira T, Branco J, Ferreira S, Rendas AB. Diaphragmatic function in patients with chronic left ventricular failure. *Pathophysiology.* 2001;8(1):55-60.
25. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Drazner MH, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(16):e147-239.
26. AHA medical/scientific statement. 1994 revisions to classification of functional capacity and objective assessment of patients with diseases of the heart. *Circulation.* 1994;90(1):644-5.
27. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2016;133(4):e38-360.
28. Society ATSER. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):518-624.
29. Hammond MD, Bauer KA, Sharp JT, Rocha RD. Respiratory muscle strength in congestive heart failure. *Chest.* 1990;98(5):1091-4.
30. Cicoira M, Zanolla L, Franceschini L, Rossi A, Golia G, Zamboni M, et al. Skeletal muscle mass independently predicts peak oxygen consumption and ventilatory response during exercise in noncachectic patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(8):2080-5.
31. Okita K, Yonezawa K, Nishijima H, Hanada A, Ohtsubo M, Kohya T, et al. Skeletal muscle metabolism limits exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation.* 1998;98(18):1886-91.
32. Vescovo G, Serafini F, Dalla Libera L, Leprotti C, Facchin L, Tenderini P, et al. Skeletal muscle myosin heavy chains in heart failure: correlation between magnitude of the isozyme shift, exercise capacity, and gas exchange measurements. *Am Heart J.* 1998;135(1):130-7.

33. Meyer FJ, Borst MM, Zugck C, Kirschke A, Schellberg D, Kübler W, et al. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation*. 2001;103(17):2153-8.
34. Ribeiro JP, Chiappa GR, Neder JA, Frankenstein L. Respiratory muscle function and exercise intolerance in heart failure. *Curr Heart Fail Rep*. 2009;6(2):95-101.
35. Mor A, Thomsen RW, Ulrichsen SP, Sørensen HT. Chronic heart failure and risk of hospitalization with pneumonia: a population-based study. *Eur J Intern Med*. 2013;24(4):349-53.
36. Kasahara Y, Izawa KP, Watanabe S, Osada N, Omiya K. The Relation of Respiratory Muscle Strength to Disease Severity and Abnormal Ventilation During Exercise in Chronic Heart Failure Patients. *Res Cardiovasc Med*. 2015;4(4):e28944.
37. Hughes PD, Polkey MI, Harrus ML, Coats AJ, Moxham J, Green M. Diaphragm strength in chronic heart failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160(2):529-34.
38. Evans SA, Watson L, Cowley AJ, Johnston ID, Kinnear WJ. Static lung compliance in chronic heart failure: relation with dyspnoea and exercise capacity. *Thorax*. 1995;50(3):245-8.
39. McParland C, Krishnan B, Wang Y, Gallagher CG. Inspiratory muscle weakness and dyspnea in chronic heart failure. *Am Rev Respir Dis*. 1992;146(2):467-72.
40. Chung CJ, Schulze PC. Exercise as a nonpharmacologic intervention in patients with heart failure. *Phys Sportsmed*. 2011;39(4):37-43.
41. Yamada K, Kinugasa Y, Sota T, Miyagi M, Sugihara S, Kato M, et al. Inspiratory Muscle Weakness is Associated With Exercise Intolerance in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Preliminary Study. *J Card Fail*. 2016;22(1):38-47.
42. Empinado HM, Deevska GM, Nikolova-Karakashian M, Yoo JK, Christou DD, Ferreira LF. Diaphragm dysfunction in heart failure is accompanied by increases in neutral sphingomyelinase activity and ceramide content. *Eur J Heart Fail*. 2014;16(5):519-25.
43. Kelley RC, Ferreira LF. Diaphragm abnormalities in heart failure and aging: mechanisms and integration of cardiovascular and respiratory pathophysiology. *Heart Fail Rev*. 2016.
44. Caruso P, Albuquerque AL, Santana PV, Cardenas LZ, Ferreira JG, Prina E, et al. Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *J Bras Pneumol*. 2015;41(2):110-23.
45. Souza R. Diretrizes para testes de função pulmonar. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. *J Pneumol*. 2002.
46. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests: I. Static volumes. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 1999;32:703-17.
47. Ferrari G, De Filippi G, Elia F, Panero F, Volpicelli G, Aprà F. Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. *Crit Ultrasound J*. 2014;6(1):8.
48. Gerscovich EO, Cronan M, McGahan JP, Jain K, Jones CD, McDonald C. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion. *J Ultrasound Med*. 2001;20(6):597-604.
49. Sarwal A, Walker FO, Cartwright MS. Neuromuscular ultrasound for evaluation of the diaphragm. *Muscle Nerve*. 2013;47(3):319-29.
50. Baria MR, Shahgholi L, Sorenson EJ, Harper CJ, Lim KG, Strommen JA, et al. B-mode ultrasound assessment of diaphragm structure and function in patients with COPD. *Chest*. 2014;146(3):680-5.

51. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med.* 2013;39(5):801-10.
52. Wait JL, Nahormek PA, Yost WT, Rochester DP. Diaphragmatic thickness-lung volume relationship in vivo. *J Appl Physiol* (1985). 1989;67(4):1560-8.
53. McCool FD, Tzelepis GE. Dysfunction of the diaphragm. *N Engl J Med.* 2012;366(10):932-42.
54. Gottesman E, McCool FD. Ultrasound evaluation of the paralyzed diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(5):1570-4.
55. Chiappa GR, Roseguini BT, Vieira PJ, Alves CN, Tavares A, Winkelmann ER, et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(17):1663-71.
56. West CR, Taylor BJ, Campbell IG, Romer LM. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in Paralympic athletes with cervical spinal cord injury. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(5):764-72.
57. Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Withnall L, Davies DH. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther.* 2006;86(3):345-54.
58. Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WH, Sharpe GR. The effects of inspiratory muscle training in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(4):691-7.
59. Enright S, Chatham K, Ionescu AA, Unnithan VB, Shale DJ. Inspiratory muscle training improves lung function and exercise capacity in adults with cystic fibrosis. *Chest.* 2004;126(2):405-11.
60. Vivier E, Mekontso Dessap A, Dimassi S, Vargas F, Lyazidi A, Thille AW, et al. Diaphragm ultrasonography to estimate the work of breathing during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med.* 2012;38(5):796-803.
61. Umbrello M, Formenti P, Longhi D, Galimberti A, Piva I, Pezzi A, et al. Diaphragm ultrasound as indicator of respiratory effort in critically ill patients undergoing assisted mechanical ventilation: a pilot clinical study. *Crit Care.* 2015;19:161.
62. Hultman E, Sjöholm H, Jäderholm-Ek I, Krynicky J. Evaluation of methods for electrical stimulation of human skeletal muscle in situ. *Pflugers Arch.* 1983;398(2):139-41.
63. Doucet BM, Lam A, Griffin L. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *Yale J Biol Med.* 2012;85(2):201-15.
64. Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(2):223-34.
65. Gibson JN, Smith K, Rennie MJ. Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. *Lancet.* 1988;2(8614):767-70.
66. Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(8):1166-73.
67. Caggiano E, Emrey T, Shirley S, Craik RL. Effects of electrical stimulation or voluntary contraction for strengthening the quadriceps femoris muscles in an aged male population. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(1):22-8.
68. Babault N, Cometti G, Bernardin M, Pousson M, Chatard JC. Effects of electromyostimulation training on muscle strength and power of elite rugby players. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):431-7.

69. Gomes Neto M, Oliveira FA, Reis HF, de Sousa Rodrigues- E, Bittencourt HS, Oliveira Carvalho V. 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.* 2016;36(3):157-66.
70. Vivodtzev I, Lacasse Y, Maltais F. Neuromuscular electrical stimulation of the lower limbs in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2008;28(2):79-91.
71. Simó VE, Jiménez AJ, Oliveira JC, Guzmán FM, Nicolás MF, Potau MP, et al. Efficacy of neuromuscular electrostimulation intervention to improve physical function in haemodialysis patients. *Int Urol Nephrol.* 2015;47(10):1709-17.
72. Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, Karatzanos E, Politis P, Koroneos A, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Crit Care.* 2009;13(5):R161.
73. Burke D, Gorman E, Stokes D, Lennon O. An evaluation of neuromuscular electrical stimulation in critical care using the ICF framework: a systematic review and meta-analysis. *Clin Respir J.* 2016;10(4):407-20.
74. Sillen MJ, Franssen FM, Gosker HR, Wouters EF, Spruit MA. Metabolic and structural changes in lower-limb skeletal muscle following neuromuscular electrical stimulation: a systematic review. *PLoS One.* 2013;8(9):e69391.
75. Gatewood CT, Tran AA, Dragoo JL. The efficacy of post-operative devices following knee arthroscopic surgery: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016.
76. Stein C, Fritsch CG, Robinson C, Sbruzzi G, Plentz RD. Effects of Electrical Stimulation in Spastic Muscles After Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Stroke.* 2015;46(8):2197-205.
77. MOE JH, POST HW. Functional electrical stimulation for ambulation in hemiplegia. *J Lancet.* 1962;82:285-8.
78. Hardy K, Suever K, Sprague A, Hermann V, Levine P, Page SJ. Combined bracing, electrical stimulation, and functional practice for chronic, upper-extremity spasticity. *Am J Occup Ther.* 2010;64(5):720-6.
79. Popović DB, Sinkaer T, Popović MB. Electrical stimulation as a means for achieving recovery of function in stroke patients. *NeuroRehabilitation.* 2009;25(1):45-58.
80. Cisneros L, Salgado A. Guia de Eletroterapia: Princípios biofísicos, Conceitos e Aplicação Clínica. Belo Horizonte: Coopmed Editora Médica ed2006. p. 35-45.
81. Delitto A, Strube MJ, Shulman AD, Minor SD. A study of discomfort with electrical stimulation. *Phys Ther.* 1992;72(6):410-21; discussion on 21-4.
82. Vanderthommen M, Duteil S, Wary C, Raynaud JS, Leroy-Willig A, Crielaard JM, et al. A comparison of voluntary and electrically induced contractions by interleaved 1H- and 31P-NMRS in humans. *J Appl Physiol (1985).* 2003;94(3):1012-24.
83. Krueger-Beck E, Scheeren, EM, Nogueira Neto, GN, Button, VLSN, Nohama, P. Effects of functional electrical stimulation in artificial neuromuscular control. *Rev Neurocienc*2011. p. 530-41.
84. Gobbo M, Gaffurini P, Bissolotti L, Esposito F, Orizio C. Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation: influence of electrode positioning and stimulus amplitude settings on muscle response. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(10):2451-9.
85. Guirro E, Guirro R. Fisioterapia Dermato Funcional: fundamentos, recursos e patologias. 3 ed. São Paulo: Manole,2002. p. 107-66.
86. Robinson A, Snyder-Mackler L. Eletrofisiologia Clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico. 3 ed. Porto Alegre: Artmed,2010. p. 41-83.

87. Geddes LA, Voorhees WD, Lagler R, Riscili C, Foster K, Bourland JD. Electrically produced artificial ventilation. *Med Instrum.* 1988;22(5):263-71.
88. Geddes LA. Electroventilation--a missed opportunity? *Biomed Instrum Technol.* 1998;32(4):401-14.
89. SARNOFF SJ, MALONEY JV, SARNOFF LC, FERRIS BG, WHITTENBERGER JL. Electrophrenic respiration in acute bulbar poliomyelitis; its use in management of respiratory irregularities. *J Am Med Assoc.* 1950;143(16):1383-90.
90. Mier A, Brophy C, Moxham J, Green M. Phrenic nerve stimulation in normal subjects and in patients with diaphragmatic weakness. *Thorax.* 1987;42(11):885-8.
91. Sarmiento G. *Fisioterapia respiratória no paciente crítico.* Barueri, SP: Manole, 2005.
92. Netter F. *Atlas de Anatomia Humana.* 5 ed. Porto Alegre: Artmed,2011.
93. Canceliero K, Ike D, Sampaio L, Santos V, Stirbulov R, Costa D. Transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation (TEDS) for the respiratory muscle strengthening: randomized and controlled clinical study. *Fisioterapia e Pesquisa*2012. p. 303-8.
94. Sachetti A, Dias A. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em ventilação mecânica invasiva: ensaio clínico randomizado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências Pneumológicas. 2015.
95. Le Pimpec-Barthes F, Legras A, Arame A, Pricopi C, Boucherie JC, Badia A, et al. Diaphragm pacing: the state of the art. *J Thorac Dis.* 2016;8(Suppl 4):S376-86.

**5 ARTIGO**

Submetido aos Arquivos Brasileiros de Cardiologia – Sociedade Brasileira de Cardiologia

**ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR DIAFRAGMÁTICA EM  
PACIENTES COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA: ENSAIO CLÍNICO NÃO  
CONTROLADO**

*Diaphragmatic Neuromuscular electrical stimulation in heart failure patients: Non  
controlled clinical trial*

**Estimulação elétrica neuromuscular diafragmática**

*Diaphragmatic neuromuscular electrical stimulation*

**Bruna Müller Leão, Gabriela Leivas Baldissera, Jociane Schardong, Fabrício  
Edler Macagnan, Rodrigo Della Múa Plentz**

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA / Porto Alegre, RS,  
Brasil

**Palavras-chave:** Insuficiência Cardíaca; Diafragma; Estimulação Elétrica; Terapia  
Respiratória; Reabilitação.

**Keywords:** *Heart Failure; Diaphragm; Electrical Stimulation; Respiratory therapy;  
Rehabilitation.*

## Resumo

**Fundamento:** A insuficiência cardíaca (IC) é a consequência final de todas as doenças que acometem o coração. O diafragma é o principal músculo da respiração e o primeiro a ser debilitado com a IC e que compromete diretamente na qualidade de vida, morbidade e mortalidade.

**Objetivo:** Analisar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) diafragmática em pacientes com IC sobre a força muscular respiratória e a espessura do diafragma.

**Métodos:** Ensaio clínico não controlado, foram selecionados sete pacientes portadores de IC descompensada, *New York Heart Association (NYHA)* II, III e IV. Terapia com a EENM diafragmática com corrente pulsada bifásica e simétrica, frequência de 80Hz, largura de pulso de 0,4ms, rampa de 1s, tempo *on* de 1s, descida de 2s e tempo *off* de 1s, duas vezes ao dia, por cinco dias ou até a alta hospitalar. Foram avaliados antes da primeira e após a última sessão de EENM diafragmática através da manovacuometria para verificação da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imax</sub>) e pressão expiratória máxima (P<sub>E<sub>max</sub></sub>), e através da ultrassonografia do diafragma para avaliar a espessura diafragmática.

**Resultados:** Dos sete pacientes incluídos, quatro (57%) eram homens, com idade de 62±15,1 anos, NYHA, quatro (57%) na CF II, dois na CF III (29%) e um (14%) na CF IV. Houve aumento da P<sub>Imax</sub> pré 84,4 ± 40,2cmH<sub>2</sub>O e pós 109,9 ± 43,9cmH<sub>2</sub>O (p=0,01) e a P<sub>E<sub>max</sub></sub> pré 71,9 ± 23,3cmH<sub>2</sub>O e pós 84,3 ± 34,4cmH<sub>2</sub>O (p=0,03).

**Conclusão:** A EENM diafragmática em pacientes com IC mostrou-se efetivo acarretando melhora na força da musculatura respiratória.

**Clinical Trials:** NTC02931708

**Palavras-chave:** Insuficiência Cardíaca; Diafragma; Estimulação Elétrica; Terapia Respiratória; Reabilitação.

## Abstract

**Background:** Heart failure is the end result of all diseases that affect the heart. The diaphragm is the primary muscle of respiration and the first to be weakened with heart failure, compromising directly on the quality of life, morbidity and mortality.

**Objective:** To analyze the effects of diaphragmatic neuromuscular electrical stimulation (NMES) in patients with heart failure on respiratory muscle strength and diaphragm thickness.

**Method:** Non controlled clinical trial study, with seven patients diagnosed by heart failure decompensated were selected at São Francisco Hospital, belonging to the Irmandade Santa Casa de Misericórdia Hospital, New York Heart Association (NYHA) functional classification (FC) II, III e IV. Diaphragmatic NMES therapy using pulsed current, biphasic and symmetrical, frequency 80Hz, pulse width 0,4ms, rise time 1s, time on 1s, descent 2s e time off 1s, twice a day, for five days or until hospital discharge. They were evaluated before the first and after the last session of diaphragmatic NMES through the manometer to check the maximal inspiratory

pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP), and by the diaphragm ultrasound to measure the diaphragmatic thickness.

**Results:** There were seven patients in the sample. Four (57%) were men, average age  $62 \pm 15.1$  years, according NYHA, four (57%) in FC II, two in FC III (29%) and one (14%) in FC IV. There was an increase in respiratory muscle strength, MIP values being in the pre  $84,4 \pm 40,2\text{cmH}_2\text{O}$  and post intervention  $109,9 \pm 43,9\text{cmH}_2\text{O}$  ( $p=0,01$ ) and MEP in the pre  $71,9 \pm 23,3\text{cmH}_2\text{O}$  and post intervention  $84,3 \pm 34,4\text{cmH}_2\text{O}$  ( $p=0,03$ ).

**Conclusion:** Diaphragmatic NMES in heart failure patients is an effective method because it improves respiratory muscle strength.

**Clinical Trials:** NTC02931708

**Keywords:** Heart Failure; Diaphragm; Electrical Stimulation; Respiratory therapy; Rehabilitation.

## INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é a consequência final de todas as doenças que acometem o coração (1-3). É uma epidemia global que afeta milhões de pessoas em todo o mundo. Estima-se que 2% da população mundial apresenta doença cardíaca, e esse número sobe para 10% quando em idosos acima dos 70 anos (4).

Os pacientes apresentam limitações quanto a capacidade de exercício por fatores originados no sistema vascular, respiratório e muscular. Observa-se a fadiga e dispneia como os principais sintomas do ciclo da fraqueza muscular periférica e respiratória (5, 6). A fraqueza muscular respiratória é uma manifestação progressiva e proporcional a gravidade da doença, o que compromete diretamente na qualidade de vida (5, 7), aumentando a morbidade e a mortalidade (8-10). Na descompensação da doença, os pacientes apresentam os sintomas da IC acentuados e progressivos, sendo necessária internação hospitalar e estima-se que o risco de morte ou reinternação após 60 dias, seja de 30-60% (11). Muitos estudos vêm sendo realizados a fim de elucidar o real motivo da fraqueza muscular respiratória, porém ainda não foram completamente estabelecidos (5-9, 12, 13).

Formas de treinamento da musculatura respiratória vem sendo estudadas a fim de reduzir e prevenir os principais sintomas apresentados pela insuficiência cardíaca. Terapia por pressão positiva (14), treino de musculatura inspiratória (15-17), exercício associado ao treino de musculatura inspiratória (18, 19) e treino aeróbio (13) são alguns exemplos de modalidades já pesquisadas.

Outra técnica para reforço de musculatura respiratória que apresenta benefícios é a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) diafragmática. Essa terapia já foi pesquisada e apresentou resultados positivos na melhora da força muscular respiratória em algumas populações, como em mulheres saudáveis (20), em pós-operatório de cirurgia cardíaca (21), em pós-operatório de cirurgia cardíaca com complicação por paresia frênica (22), em idosos institucionalizados (23), em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (24), porém nenhum estudo foi encontrado nas principais bases de dados sobre EENM diafragmática em pacientes com IC, tampouco na fase de descompensação da doença.

A necessidade de reduzir e prevenir os sintomas de fadiga e dispneia é iminente, visto que o diafragma é o principal músculo da respiração e o primeiro a ser

debilitado com a IC (25). Este estudo tem como objetivo analisar os efeitos da EENM diafragmática sobre a força muscular respiratória e a espessura do músculo diafragma em pacientes com IC.

## MÉTODOS

Estudo experimental, prospectivo, do tipo ensaio clínico não controlado, onde foram selecionados pacientes com insuficiência cardíaca internados no Hospital São Francisco da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre no período de janeiro a agosto de 2016. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local, sob o nº 5335/2015. Foram incluídos de forma intencional, pacientes adultos, de ambos os sexos, com diagnóstico de insuficiência cardíaca descompensada, que aceitaram participar do estudo após assinar o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídos portadores de marcapasso, cardioversor desfibrilador implantável ou ressinchronizador cardíaco, doenças neuromusculares previamente diagnosticadas, doença maligna em fase terminal, polineuropatia periférica, índice de massa corporal (IMC) acima de 40 kg/m<sup>2</sup> e portadores de lesões de pele na região abdominal. No momento da avaliação inicial, todos os pacientes deveriam estar estáveis e em fase de compensação da IC.

Para a EENM diafragmática foi utilizado o aparelho Neurodyn II, da marca Ibramed. A técnica foi aplicada duas vezes ao dia, durante cinco dias ou até a alta hospitalar do paciente, durante 30 minutos por sessão. Eletrodos autoadesivos (Valutrode, 50x90 mm) foram posicionados na zona de aposição do músculo diafragma, localizada entre o sexto, sétimo e oitavo espaços intercostais e paraxifóide, em ambos os lados do tórax, conforme a Figura 1. Os parâmetros utilizados foram através da corrente pulsada bifásica e simétrica, frequência de 80Hz, largura de pulso de 0,4ms, rampa de 1s, tempo *on* de 1s, descida de 2s e tempo *off* de 1s (24). A intensidade foi ajustada ao limite máximo tolerável pelo paciente.



Figura 1 - Localização dos eletrodos para aplicação da EENM diafragmática: 6º, 7º e 8º espaços intercostais e paraxifóide.

Fonte: do pesquisador.

Os pacientes foram avaliados através da manovacuometria (manovacuômetro digital da marca Globalmed, modelo MVD300), para verificação da força muscular respiratória, expressa pelas pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PI<sub>max</sub> e PE<sub>max</sub>, respectivamente). Com o paciente sentado, com clipe nasal, um bocal entre os lábios posicionado, contendo um orifício de 2mm, a fim de evitar o fechamento glótico (26-28) e anular a pressão gerada pelos músculos faciais (26). As medidas foram realizadas antes de iniciar o treinamento com EENM diafragmática e após a segunda intervenção do dia, pelos cinco dias de treinamento ou até a alta do paciente. A medida foi repetida três vezes para a verificação da PI<sub>max</sub> e três vezes para a verificação da PE<sub>max</sub>, com intervalo de um minuto entre cada tentativa, sendo considerado o maior valor desde que não houvesse diferença maior que 10% entre os dois valores mais altos (26, 28). Para análise dos resultados foram considerados os valores absolutos e em percentual do predito pelas equações propostas por Neder et al (28).

Para análise da espessura do diafragma, os pacientes foram avaliados através ultrassonografia (Sistema de ultrassom portátil VIVID i®, GE), sendo ela realizada antes de iniciar o treinamento com EENM diafragmática e após o término de cinco dias de treinamento. Aqueles pacientes que obtiveram a alta hospitalar antes dos cinco dias, não realizaram a ultrassonografia após treinamento. Todas as imagens foram captadas pelo mesmo examinador. O congelamento da imagem foi realizado ao final da expiração, com um transdutor de arranjo linear (60 mm, 7,5 MHz - VIVID

i®), GE), na zona de aposição diafragmática, de ambos os lados, na altura entre a nona e décima costela, na linha axilar média anterior, com o indivíduo em decúbito dorsal, com joelhos completamente estendidos e quadril em posição neutra (29). A localização exata do congelamento da imagem foi observada, a fim de repetir a mesma localização pós intervenção.

Os dados são apresentados em médias e desvio-padrão. Utilizou-se o teste t de *Student* pareado para a comparação dos dados pré e pós intervenção com EENM diafragmática. A significância estatística adotada foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Foram analisados sete pacientes, sendo quatro do sexo masculino (57%), com idades entre 35 e 70 anos, todos internados por descompensação da IC. Apresentavam uma fração de ejeção (FE) média de 32,3%. No momento da avaliação inicial, segundo *New York Heart Association* (NYHA), quatro pacientes se encontravam, na Classe Funcional (CF) II. A caracterização da amostra segue de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da Amostra

Características	Média ± DP
n total	7
Idade (anos)	62 ± 15,1
Homens (n)	4 (57%)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	24,3 ± 4
FE (%)	32,3 ± 14,9
Doença de base (n)	
Miocardiopatia isquêmica	4 (57%)
Doença valvar	1 (14%)
Miocardiopatia idiopática	2 (29%)
CF NYHA (n)	
II	4 (57%)
III	2 (29%)
IV	1 (14%)
Uso de Medicamentos (n)	
B-bloqueadores	7 (100%)
Diuréticos	7 (100%)
iECA	7 (100%)
Estatinas	4 (57%)
Digitálicos	1 (14%)
Tempo de internação (dias)	13,2 ± 4,7

IMC: Índice de massa corporal; FE: Fração de Ejeção; CF NYHA: Classe Funcional de acordo com New York Heart Association. iECA: Inibidor da enzima conversora da angiotensina.

A P<sub>I</sub>max apresentou aumento significativo após intervenção (p=0,01). Assim como a P<sub>E</sub>max apresentou diferença estatisticamente significativa (p=0,03), conforme apresentado na tabela 2.

Quanto a espessura do diafragma, não foi identificada diferença estatisticamente significativa entre os dois momentos analisados, como pode ser visualizado também na Tabela 2. Esse dado representa que a espessura do diafragma não aumentou, porém a EENM diafragmática preveniu a diminuição da espessura durante o período da intervenção. Pode-se observar atrofia muscular do diafragma em quatro pacientes (57%) (30, 31).

Tabela 2 – Médias e desvios-padrão das medidas de força muscular respiratória e espessura diafragmática:

Variáveis	Pré	Pós	p valor
PI <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	84,4 ± 40,2	109,9 ± 43,9	0,01*
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	71,9 ± 23,3	84,3 ± 34,4	0,03*
Espessura diafragma D (cm)	0,155 ± 0,058	0,146 ± 0,044	0,79
Espessura diafragma E (cm)	0,146 ± 0,047	0,155 ± 0,057	0,84

PI<sub>max</sub>: Pressão inspiratória máxima; PE<sub>max</sub>: Pressão Expiratória máxima; cmH<sub>2</sub>O: centímetro de água; EENM: Estimulação Elétrica Neuromuscular. D: direita; E: esquerda. cm: centímetros. \* valores estatisticamente significativos.

Com relação ao valor predito para o sexo e idade, expresso em percentual, de acordo com Neder et al (28), a PI<sub>max</sub> ultrapassou o valor predito após a intervenção (pré 86,7% ± 32,8 e pós intervenção 115,4% ± 43,7), enquanto a PE<sub>max</sub> não ultrapassou o valor predito, porém chegou mais próximo desse valor após a intervenção com EENM diafragmática (pré 71,4% ± 15,8 e pós intervenção 82,6% ± 24,1).

## DISCUSSÃO

Foi observado nesse estudo que a força muscular respiratória de pacientes com IC, aumentou significativamente após a reabilitação com EENM diafragmática, sem alterar a espessura do músculo. Na IC ocorre a fraqueza da musculatura respiratória, o que pode ser considerado um determinante preditor de prognóstico do paciente (32). A avaliação da musculatura respiratória através da manovacuometria é um método de fácil e rápida aplicação, a fim de determinar o grau de fraqueza dos músculos respiratórios e com isso determinar a evolução da doença ou estabelecer tratamento para reforço da musculatura, evitando a progressão dessa disfunção. Valores preditos para gênero e idade são calculados (28) e quando correspondem a um valor abaixo de 70% (15) caracteriza-se fraqueza muscular. Neste estudo, na avaliação inicial alguns pacientes apresentaram o valor predito abaixo de 70%: três para PI<sub>max</sub> e quatro da PE<sub>max</sub>. Após a intervenção todos os pacientes apresentaram a PI<sub>max</sub> acima de 70% do valor predito, e apenas dois pacientes permaneceram com a PE<sub>max</sub> abaixo desse valor. A melhora da PI<sub>max</sub> mais evidente que a PE<sub>max</sub>, pode

ser atribuída ao treino da musculatura diafragmática, pois o diafragma é o principal músculo inspiratório.

A técnica de EENM diafragmática tem poucas pesquisas e nenhuma aplicada em pacientes com insuficiência cardíaca, tampouco na descompensação da doença, segundo pesquisas realizadas nas principais bases de dados. Essa técnica já foi estudada em mulheres saudáveis (33), idosos (23), pós-operatório de revascularização miocárdica (34), pós-operatório de cirurgia cardíaca com complicação do nervo frênico (22), pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (24) onde foram avaliadas, dentre outros parâmetros, a função pulmonar e força muscular respiratória e apresentaram melhora após o tratamento com EENM diafragmática.

A EENM em musculatura periférica já está estabelecida nos pacientes com IC (35, 36). Os resultados são positivos quanto a fatores periféricos que melhoram a capacidade oxidativa do músculo e modificações na miotipologia, aumentam o pico de consumo máximo de oxigênio e capacidade funcional (36), além de melhorar a qualidade de vida e função endotelial (35).

A espessura do diafragma não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada pré e pós intervenção. Isso porque o tempo de intervenção necessário para promover hipertrofia muscular é de pelo menos quatro semanas de treinamento (37), e neste trabalho as intervenções foram por apenas cinco dias. Por outro lado, indica também que não houve diminuição da espessura durante o período avaliado, o que corrobora para a prevenção da perda de força muscular. A manutenção da espessura do diafragma pode ser explicada devido ao período de adaptação do músculo ao treino de força, pois na fase inicial (quatro a seis semanas), ao qual este estudo se enquadra, o músculo apresenta principalmente adaptações neurais ao ganho de força e após esse período que apresentam as alterações morfológicas (38). O dado relativo a espessura é válido também para a avaliação da atrofia muscular do diafragma que pode ser evidenciada quando a espessura do diafragma é menor que 0,2cm (30, 31), dado que caracteriza essa amostra com 56% dos pacientes com atrofia muscular diafragmática.

Este estudo apresentou limitações, tais como o tamanho da amostra reduzido, que ocorreu devido a dificuldade em recrutar pacientes que se enquadrassem dentro

dos critérios de inclusão e exclusão ou por permanecer internados e em condições de permanecer no estudo pelos cinco dias propostos, visto que os pacientes internavam com o quadro clínico descompensado. A falta de um grupo controle se deu pelo mesmo motivo.

Como o diafragma é o primeiro músculo respiratório a ter a sua força diminuída na insuficiência cardíaca (39) e com a fraqueza da musculatura respiratória reduz a tolerância ao exercício nesses pacientes (40), programas de reabilitação que visem a prevenção da disfunção diafragmática devem ser estabelecidos.

## **CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que o treinamento muscular respiratório através da EENM diafragmática melhora a força muscular respiratória de pacientes com insuficiência cardíaca. Porém, novos estudos devem ser realizados com a EENM diafragmática com tamanhos de amostra maiores e com a utilização de grupo controle, para ratificar os benefícios que essa técnica pode trazer àqueles pacientes com fraqueza muscular respiratória não somente portadores de IC, mas também de outras enfermidades.

### **Potencial Conflito de Interesses:**

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### **Fontes de Financiamento:**

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### **Vinculação Acadêmica:**

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Bruna Müller Leão pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA.

## **REFERÊNCIAS**

1. Cowie MR, Mosterd A, Wood DA, Deckers JW, Poole-Wilson PA, Sutton GC, et al. The epidemiology of heart failure. *Eur Heart J.* 1997;18(2):208-25.

2. Bocchi EA, Braga FG, Ferreira SM, Rohde LE, Oliveira WA, Almeida DR, et al. [III Brazilian Guidelines on Chronic Heart Failure]. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(1 Suppl 1):3-70.
3. Remme WJ, Swedberg K, Task Force for the D, Treatment of Chronic Heart Failure ESoC. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2001;22(17):1527-60.
4. Jessup M, Marwick TH, Ponikowski P, Voors AA, Yancy CW. 2016 ESC and ACC/AHA/HFSA heart failure guideline update - what is new and why is it important? *Nat Rev Cardiol*. 2016;13(10):623-8.
5. Diretriz de Reabilitação Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2005;84:431-40.
6. Verissimo P, Casalaspò TJ, Gonçalves LH, Yang AS, Eid RC, Timenetsky KT. High prevalence of respiratory muscle weakness in hospitalized acute heart failure elderly patients. *PLoS One*. 2015;10(2):e0118218.
7. Forgiarini LA, Rubleski A, Douglas G, Tieppo J, Vercelino R, Dal Bosco A, et al. Evaluation of respiratory muscle strength and pulmonary function in heart failure patients. *Arq Bras Cardiol*. 2007;89(1):36-41.
8. Mancini DM, Henson D, LaManca J, Levine S. Respiratory muscle function and dyspnea in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation*. 1992;86(3):909-18.
9. Mangner N, Linke A, Oberbach A, Kullnick Y, Gielen S, Sandri M, et al. Exercise training prevents TNF-alpha induced loss of force in the diaphragm of mice. *PLoS One*. 2013;8(1):e52274.
10. Mangner N, Weikert B, Bowen TS, Sandri M, Hollriegel R, Erbs S, et al. Skeletal muscle alterations in chronic heart failure: differential effects on quadriceps and diaphragm. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2015;6(4):381-90.
11. Felker GM, Adams KF, Konstam MA, O'Connor CM, Gheorghiade M. The problem of decompensated heart failure: nomenclature, classification, and risk stratification. *Am Heart J*. 2003;145(2 Suppl):S18-25.
12. Mangner N, Weikert B, Bowen TS, Sandri M, Höllriegel R, Erbs S, et al. Skeletal muscle alterations in chronic heart failure: differential effects on quadriceps and diaphragm. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2015;6(4):381-90.
13. Mangner N, Bowen TS, Werner S, Fischer T, Kullnick Y, Oberbach A, et al. Exercise Training Prevents Diaphragm Contractile Dysfunction in Heart Failure. *Med Sci Sports Exerc*. 2016.
14. Granton JT, Naughton MT, Benard DC, Liu PP, Goldstein RS, Bradley TD. CPAP improves inspiratory muscle strength in patients with heart failure and central sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153(1):277-82.
15. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):757-63.
16. Plentz RDM, Sbruzzi G, Ribeiro RA, Ferreira JB, Dal Lago P. Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: metanálise de estudos randomizados. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2012;99:762-71.
17. Bosnak-Guclu M, Arıkan H, Savcı S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *Respir Med*. 2011;105(11):1671-81.
18. Neto MG, Martinez BP, Conceição CS, Silva PE, Carvalho VO. Combined Exercise and Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2016.

19. Adamopoulos S, Schmid JP, Dendale P, Poerschke D, Hansen D, Dritsas A, et al. Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial. *Eur J Heart Fail.* 2014;16(5):574-82.
20. Cancelliero K, Costa D, Silva C. Transcutaneous Electrical Stimulation of the Diaphragm Improves the Metabolic Conditions of Respiratory Muscles in Rats. *Rev Bras Fisiot* 2006. p. 59-65.
21. Peres P, Kojina T. Uso de eletroestimulação transcutânea diafragmática em pós-operatório de revascularização miocárdica. *Saúde e Pesquisa* 2009. p. 53-7.
22. Baltieri L, Santos L, Pessotti E, Forti E. Transcutaneous Electrical Diaphragmatic Stimulation in Diaphragmatic Paralysis after Cardiac Surgery. *Rev Bras Cardiol* 2012. p. 504-6.
23. Santos L, Borgi J, Daister J, Pazzianotto-Forti E. Diaphragmatic effects of the transcutaneous electrical stimulation on the pulmonary function in elderly. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia [Internet].* 2013; 16:[495-502 pp.].
24. Nohama P, Jorge R, Valenga N. Efeitos da estimulação diafragmática transcutânea sincronizada em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC): um estudo piloto. *Rev Bras Eng Biom* 2012. p. 103-15.
25. Carmo MM, Bárbara C, Ferreira T, Branco J, Ferreira S, Rendas AB. Diaphragmatic function in patients with chronic left ventricular failure. *Pathophysiology.* 2001;8(1):55-60.
26. Caruso P, Albuquerque AL, Santana PV, Cardenas LZ, Ferreira JG, Prina E, et al. Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *J Bras Pneumol.* 2015;41(2):110-23.
27. Souza R. Diretrizes para testes de função pulmonar. *Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. J Pneumol.* 2002.
28. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests: I. Static volumes. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 1999;32:703-17.
29. Smargiassi A, Inchingolo R, Tagliaboschi L, Di Marco Bernardino A, Valente S, Corbo GM. Ultrasonographic assessment of the diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease patients: relationships with pulmonary function and the influence of body composition - a pilot study. *Respiration.* 2014;87(5):364-71.
30. McCool FD, Tzelepis GE. Dysfunction of the diaphragm. *N Engl J Med.* 2012;366(10):932-42.
31. Gottesman E, McCool FD. Ultrasound evaluation of the paralyzed diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(5):1570-4.
32. Meyer FJ, Borst MM, Zugck C, Kirschke A, Schellberg D, Kübler W, et al. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation.* 2001;103(17):2153-8.
33. Cancelliero K, Ike D, Sampaio L, Santos V, Stirbulov R, Costa D. Transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation (TEDS) for the respiratory muscle strengthening: randomized and controlled clinical study. *Fisioterapia e Pesquisa [Internet].* 2012; 19:[303-8 pp.].
34. Baltieri L, Santos L, Pessotti E, Pazzianotto-Forti E. Transcutaneous Electrical Diaphragmatic Stimulation In Diaphragmatic Paralysis after Cardiac Surgery. *Revista Brasileira de Cardiologia [Internet].* 2012; 25:[504-6 pp.].

35. Karavidas A, Driva M, Parissis JT, Farmakis D, Mantzaraki V, Varounis C, et al. Functional electrical stimulation of peripheral muscles improves endothelial function and clinical and emotional status in heart failure patients with preserved left ventricular ejection fraction. *Am Heart J*. 2013;166(4):760-7.
36. Sbruzzi G, Ribeiro RA, Schaan BD, Signori LU, Silva AM, Irigoyen MC, 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*. 2010;17(3):254-60.
37. Chiappa GR, Roseguini BT, Vieira PJ, Alves CN, Tavares A, Winkelmann ER, et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(17):1663-71.
38. Moritani T, deVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*. 1979;58(3):115-30.
39. Carmo MM, Bárbara C, Ferreira T, Branco J, Ferreira S, Rendas AB. Diaphragmatic function in patients with chronic left ventricular failure. *Pathophysiology*.8(1):55-60.
40. Kasahara Y, Izawa KP, Watanabe S, Osada N, Omiya K. The Relation of Respiratory Muscle Strength to Disease Severity and Abnormal Ventilation During Exercise in Chronic Heart Failure Patients. *Res Cardiovasc Med*. 2015;4(4):e28944.

## **6 CONCLUSÃO GERAL**

Neste estudo pôde-se observar que a técnica de estimulação elétrica neuromuscular diafragmática é eficaz para reforço da musculatura inspiratória e expiratória em pacientes com insuficiência cardíaca.

Na tentativa de reduzir os principais sintomas associados a insuficiência cardíaca, mais estudos devem ser realizados acerca do assunto, com maiores tamanhos de amostra, para reafirmar a eficácia da técnica e avaliar quanto a redução dos sintomas, qualidade de vida e capacidade funcional.

## **7 ANEXOS**

## **ANEXO A: Normas para publicação na Revista Científica**

### **ARQUIVOS BRASILEIROS DE CARDIOLOGIA NORMAS PARA PUBLICAÇÃO**

1. Os Arquivos Brasileiros de Cardiologia (Arq Bras Cardiol) são uma publicação mensal da Sociedade Brasileira de Cardiologia, indexada no Cumulated Index Medicus da National Library of Medicine e nos bancos de dados do MEDLINE, EMBASE, LILACS, Scopus e da SciELO com citação no PubMed (United States National Library of Medicine) em inglês e português.

2. Ao submeter o manuscrito, os autores assumem a responsabilidade de o trabalho não ter sido previamente publicado e nem estar sendo analisado por outra revista. Todas as contribuições científicas são revisadas pelo Editor-Chefe, pelo Supervisor Editorial, Editores Associados e pelos Membros do Conselho Editorial. Só são encaminhados aos revisores os artigos que estejam rigorosamente de acordo com as normas especificadas. Os trabalhos também são submetidos à revisão estatística, sempre que necessário. A aceitação será na originalidade, significância e contribuição científica para o conhecimento da área.

#### **3. Seções**

3.1. Editorial: todos os editoriais dos Arquivos são feitos através de convite. Não serão aceitos editoriais enviados espontaneamente.

3.2. Carta ao Editor: correspondências de conteúdo científico relacionadas a artigos publicados na revista nos dois meses anteriores serão avaliadas para publicação. Os autores do artigo original citado serão convidados a responder.

3.3. Artigo Original: os Arquivos aceitam todos os tipos de pesquisa original na área cardiovascular, incluindo pesquisas em seres humanos e pesquisa experimental.

3.4. Revisões: os editores formulam convites para a maioria das revisões. No entanto, trabalhos de alto nível, realizados por autores ou grupos com histórico de publicações na área serão bem-vindos. Não serão aceitos, nessa seção, trabalhos cujo autor principal não tenha vasto currículo acadêmico ou de publicações, verificado através do sistema Lattes (CNPQ), Pubmed ou SciELO. Eventualmente, revisões submetidas espontaneamente poderão ser reclassificadas como "Atualização Clínica" e publicadas nas páginas eletrônicas, na internet (ver adiante).

3.5. Comunicação Breve: experiências originais, cuja relevância para o conhecimento do tema justifique a apresentação de dados iniciais de pequenas séries, ou dados parciais de ensaios clínicos, serão aceitos para avaliação.

3.6. Correlação Anátomo-Clínica: apresentação de um caso clínico e discussão de aspectos de interesse relacionados aos conteúdos clínico, laboratorial e anátomo-patológico.

3.7. Correlação Clínico-Radiográfica: apresentação de um caso de cardiopatia congênita, salientando a importância dos elementos radiográficos e/ou clínicos para a consequente correlação com os outros exames, que comprovam o diagnóstico. Última-se daí a conduta adotada.

3.8. Atualização Clínica: essa seção busca focar temas de interesse clínico, porém com potencial de impacto mais restrito. Trabalhos de alto nível, realizados por autores ou grupos com histórico de publicações na área serão aceitos para revisão.

3.9. Relato de Caso: casos que incluam descrições originais de observações clínicas, ou que representem originalidade de um diagnóstico ou tratamento, ou que ilustrem situações pouco frequentes na prática clínica e que mereçam uma maior compreensão e atenção por parte dos cardiologistas serão aceitos para avaliação.

3.10. Imagem Cardiovascular: imagens clínicas ou de pesquisa básica, ou de exames complementares que ilustrem aspectos interessantes de métodos de imagem, que esclareçam mecanismos de doenças cardiovasculares, que ressaltem pontos relevantes da fisiopatologia, diagnóstico ou tratamento serão consideradas para publicação.

3.11. Ponto de Vista: apresenta uma posição ou opinião dos autores a respeito de um tema científico específico. Esta posição ou opinião deve estar adequadamente fundamentada na literatura ou em sua experiência pessoal, aspectos que irão ser a base do parecer a ser emitido.

4. Processo de submissão: os manuscritos deverão ser enviados via internet e sistema, disponível no endereço: <http://www.arquivosonline.com.br/2013/submissao>

5. Todos os artigos devem vir acompanhados por uma carta de submissão ao editor, indicando a seção em que o artigo deva ser incluído (vide lista acima), declaração do autor de que todos os coautores estão de acordo com o conteúdo expresso no trabalho, explicitando ou não conflitos de interesse\* e a inexistência de problemas éticos relacionados.

6. Todos os manuscritos são avaliados para publicação no menor prazo possível, porém, trabalhos que mereçam avaliação especial para publicação acelerada (“fast-track”) devem ser indicados na carta de submissão ao editor.

7. Os textos e as tabelas devem ser editados em word e as figuras e ilustrações devem ser anexados em arquivos separados, na área apropriada do sistema. Figuras devem ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 DPI. As Normas para Formatação de Tabelas, Figuras e Gráficos encontram-se em [http://www.arquivosonline.com.br/publicacao/informacoes\\_autores.asp](http://www.arquivosonline.com.br/publicacao/informacoes_autores.asp) / [http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/manual\\_de\\_formatacao\\_abc.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/manual_de_formatacao_abc.pdf)

8. Conflito de interesses: quando existe alguma relação entre os autores e qualquer entidade pública ou privada que pode derivar algum conflito de interesse, essa possibilidade deve ser comunicada e será informada no final do artigo. Enviar a Declaração de Potencial Conflito de Interesses para [revista@cardiol.br](mailto:revista@cardiol.br), colocando no assunto número do artigo. Acesse: [http://www.arquivosonline.com.br/pdf/conflito\\_de\\_interesse\\_abc\\_2013.pdf](http://www.arquivosonline.com.br/pdf/conflito_de_interesse_abc_2013.pdf)

9. Formulário de contribuição do autor: o autor correspondente deverá completar, assinar e enviar por e-mail ([revista@cardiol.br](mailto:revista@cardiol.br) – colocar no assunto número do artigo) os formulários, explicitando as contribuições de todos os participantes, que serão informadas no final do artigo. Acesse: [http://www.arquivosonline.com.br/pdf/formulario\\_contribuicao\\_abc\\_2013.pdf](http://www.arquivosonline.com.br/pdf/formulario_contribuicao_abc_2013.pdf)

10. Direitos Autorais: os autores dos artigos aprovados deverão encaminhar para os Arquivos, previamente à publicação, a declaração de transferência de direitos autorais assinada por todos os coautores (preencher o formulário da página [http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/Transferencia\\_de\\_Direitos\\_Autorais.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/Transferencia_de_Direitos_Autorais.pdf) e enviar para [revista@cardiol.br](mailto:revista@cardiol.br), colocando no assunto número do artigo).

## 11. Ética

11.1. Os autores devem informar, no texto e/ou na ficha do artigo, se a pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa de sua instituição em consoante à Declaração de Helsinki.

11.2. Nos trabalhos experimentais envolvendo animais, os autores devem indicar se os procedimentos seguidos seguiram os padrões éticos do comitê responsável por experimentação humana (institucional e nacional) e da Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 2008. Se houver dúvida quanto à realização da pesquisa em conformidade com a Declaração de Helsinki, os autores devem explicar as razões para sua abordagem e demonstrar que o corpo de revisão institucional explicitamente aprovou os aspectos duvidosos do estudo. Ao relatar experimentos com animais, os autores devem indicar se as diretrizes institucionais e nacionais para o cuidado e uso de animais de laboratório foram seguidas.

11.3. Nos trabalhos experimentais envolvendo seres humanos, os autores devem indicar se os procedimentos seguidos seguiram os padrões éticos do comitê responsável por experimentação humana (institucional e nacional) e da Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 2008. Se houver dúvida quanto à realização da pesquisa em conformidade com a Declaração de Helsinki, os autores devem explicar as razões para sua abordagem e demonstrar que o corpo de revisão institucional explicitamente aprovou os aspectos duvidosos do estudo. Estudos realizados em humanos devem estar de acordo com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Brasil), que trata do Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos e, para autores fora do Brasil, devem estar de acordo com Committee on Publication Ethics (COPE).

## 12. Ensaio clínico

12.1. O International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) acredita que é importante promover uma base de dados de estudos clínicos abrangente e disponível publicamente. O ICMJE define um estudo clínico como qualquer projeto de pesquisa que prospectivamente designa seres humanos para intervenção ou comparação simultânea ou grupos de controle para estudar a relação de causa e efeito entre uma intervenção médica e um desfecho relacionado à saúde. As intervenções médicas incluem medicamentos, procedimentos cirúrgicos, dispositivos, tratamentos comportamentais, mudanças no processo de atendimento, e outros.

12.2. O número de registro do estudo deve ser publicado ao final do resumo. Serão aceitos qualquer registro que satisfaça o ICMJE, ex. <http://clinicaltrials.gov/>. A lista completa de todos os registros de ensaios clínicos pode ser encontrada no seguinte endereço: <http://www.who.int/ictrp/network/primary/en/index.html>.

12.3. Os ensaios clínicos devem seguir em sua apresentação as regras do CONSORT STATEMENT. Acesse <http://www.consort-statement.org/consortstatement/>

13. Citações bibliográficas: os Arquivos adotam as Normas de Vancouver – Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journal ([www.icmje.org](http://www.icmje.org)).

14. Idioma: os artigos devem ser redigidos em língua portuguesa (com a ortografia vigente) e/ou inglês.

14.1. Para os trabalhos que não possuem versão em inglês ou que essa seja julgada inadequada pelo Conselho Editorial, a revista providenciará a tradução sem ônus para o(s) autor(es).

14.2. Caso já exista a versão em inglês, tal versão deve ser enviada para agilizar a publicação.

14.3. As versões inglês e português serão disponibilizadas na íntegra no endereço eletrônico da SBC (<http://www.arquivosonline.com.br>) e da SciELO ([www.scielo.br](http://www.scielo.br)), permanecendo à disposição da comunidade internacional.

15. Avaliação pelos Pares (peer review): todos os trabalhos enviados aos ABC serão submetidos à avaliação inicial dos editores, que decidirão, ou não, pelo envio a revisão por pares (peer review), todos eles pesquisadores com publicação regular em revistas indexadas e cardiologistas com alta qualificação (Corpo de Revisores dos ABC <http://www.arquivosonline.com.br/conselhoderevisores/>).

15.1. Os autores podem indicar até cinco membros do Conselho de Revisores para análise do manuscrito submetido, assim como podem indicar até cinco revisores para não participar do processo.

15.2. Os revisores tecerão comentários gerais sobre o manuscrito e decidirão se esse trabalho deve ser publicado, corrigido segundo as recomendações, ou rejeitado.

15.3. Os editores, de posse dos comentários dos revisores, tomarão a decisão final. Em caso de discrepâncias entre os revisores, poderá ser solicitada uma nova opinião para melhor julgamento.

15.4. As sugestões de modificação dos revisores serão encaminhadas ao autor principal. O manuscrito adaptado às novas exigências será reencaminhado aos revisores para verificação.

15.5. Em casos excepcionais, quando o assunto do manuscrito assim o exigir, o Editor poderá solicitar a colaboração de um profissional que não conste do Corpo de Revisores.

15.6. Os autores têm o prazo de trinta dias para proceder às modificações solicitadas pelos revisores e submeter novamente o artigo. A inobservância desse prazo implicará na retirada do artigo do processo de revisão.

15.7. Sendo aceitos para revisão, os pareceres dos revisores deverão ser produzidos no prazo de 30 dias.

15.8. As decisões serão comunicadas por mensagem do Sistema de Envio de Artigos e e-mail.

15.9. As decisões dos editores não serão discutidas pessoalmente, nem por telefone. As réplicas deverão ser submetidas por escrito à revista.

15.10. Limites de texto: a contagem eletrônica de palavras deve incluir a página inicial, resumo, texto, referências e legenda de figuras/tabelas.

	Artigo Original	Editorial	Artigo de Revisão Atualização Clínica	Relato de Caso	Comunicação Breve	Ponto de Vista	Carta ao Editor	Imagem	Correlações
Nº máx. de autores	10	2	4	6	8	8	3	5	4
Título (caracteres incluindo espaços)	150	120	150	120	120	120	120	120	120
Título reduzido (caracteres incluindo espaços)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Resumo (nº máx. de palavras)	250	--	250	--	250	--	--	--	--
Nº máx. de palavras (incluindo referências)	5000	1500	6500	1500	1500	2500	500	250	800
Nº máx. de referências	40	15	80	10	10	20	5	--	10
Nº máx. de	8	2	8	2	2	2	1	1	1
tabelas + figs + video									

16. Os artigos deverão seguir a seguinte ordem:

16.1. Página de título

16.2. Texto

16.3. Agradecimentos

16.4. Legendas de figuras

16.5. Tabelas (com legendas para as siglas)

16.6. Referências

16.7. Primeira Página:

16.7.1. Deve conter o título completo do trabalho de maneira concisa e descritiva, em português e inglês, assim como um título resumido (com até 50 caracteres, incluindo espaços) para ser utilizado no cabeçalho das demais páginas do artigo;

16.7.2. Devem ser incluídos de três a cinco descritores (palavras-chave), assim como a respectiva tradução para as keywords (descriptors). Os descritores devem ser consultados nos sites: <http://decs.bvs.br/>, que contém termos em português, espanhol e inglês ou [www.nlm.nih.gov/mesh](http://www.nlm.nih.gov/mesh), para termos somente em inglês;

## 16.8. Segunda Página:

16.8.1. Resumo (até 250 palavras): o resumo deve ser estruturado em cinco seções quando se tratar Artigo Original, evitando abreviações e observando o número máximo de palavras. No caso de Artigo de Revisão e Comunicação Breve, o resumo não é estruturado, respeitando o limite máximo de palavras. Não cite referências no resumo: • Fundamento (racional para o estudo); • Objetivos; • Métodos (breve descrição da metodologia empregada); • Resultados (apenas os principais e mais significativos); • Conclusões (frase(s) sucinta(s) com a interpretação dos dados). Obs.: Os Relatos de Caso não devem apresentar resumo.

16.9. Texto para Artigo Original: deve ser dividido em introdução, métodos, resultados, discussão e conclusões.

### 16.9.1. Introdução:

16.9.1.1. Não ultrapasse 350 palavras.

16.9.1.2. Faça uma descrição dos fundamentos e do racional do estudo, justificando com base na literatura.

16.9.2. Métodos: descreva detalhadamente como foram selecionados os sujeitos da pesquisa observacional ou experimental (pacientes ou animais de experimentação, incluindo o grupo controle, quando houver), incluindo idade e sexo.

16.9.2.1. A definição de raças deve ser utilizada quando for possível e deve ser feita com clareza e quando for relevante para o tema explorado.

16.9.2.2. Identifique os equipamentos e reagentes utilizados (incluindo nome do fabricante, modelo e país de fabricação, quando apropriado) e dê detalhes dos procedimentos e técnicas utilizadas de modo a permitir que outros investigadores possam reproduzir os seus dados.

16.9.2.3. Justifique os métodos empregados e avalie possíveis limitações.

16.9.2.4. Descreva todas as drogas e fármacos utilizados, doses e vias de administração.

16.9.2.5. Descreva o protocolo utilizado (intervenções, desfechos, métodos de alocação, mascaramento e análise estatística).

16.9.2.6. Em caso de estudos em seres humanos, indique se o trabalho foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa e se os pacientes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

16.9.3. Resultados: exibidos com clareza, subdivididos em itens, quando possível, e apoiados em número moderado de gráficos, tabelas, quadros e figuras. Evitar a redundância ao apresentar os dados, como no corpo do texto e em tabelas.

16.9.4. Discussão: relaciona-se diretamente ao tema proposto quando analisado à luz da literatura, salientando aspectos novos e importantes do estudo, suas implicações e limitações. O último período deve expressar conclusões ou, se pertinentes, recomendações e implicações clínicas.

16.9.5. Conclusões

16.9.5.1. Ao final da sessão “Conclusões”, indique as fontes de financiamento do estudo.

17. Agradecimentos: devem vir após o texto. Nesta seção, é possível agradecer a todas as fontes de apoio ao projeto de pesquisa, assim como contribuições individuais.

17.1. Cada pessoa citada na seção de agradecimentos deve enviar uma carta autorizando a inclusão do seu nome, uma vez que pode implicar em endosso dos dados e conclusões.

17.2. Não é necessário consentimento por escrito de membros da equipe de trabalho, ou colaboradores externos, desde que o papel de cada um esteja descrito nos agradecimentos.

18. Referências: os Arquivos seguem as Normas de Vancouver.

18.1. As referências devem ser citadas numericamente, por ordem de aparecimento no texto e apresentadas em sobrescrito.

18.2. Se forem citadas mais de duas referências em sequência, apenas a primeira e a última devem ser digitadas, separadas por um traço (Exemplo: 5-8).

18.3. Em caso de citação alternada, todas as referências devem ser digitadas, separadas por vírgula (Exemplo: 12, 19, 23). As abreviações devem ser definidas na primeira aparição no texto.

18.4. As referências devem ser alinhadas à esquerda.

18.5. Comunicações pessoais e dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas apenas mencionados no texto e em nota de rodapé na página em que é mencionado.

18.6. Citar todos os autores da obra se houver seis autores ou menos, ou apenas os seis primeiros seguidos de et al, se houver mais de seis autores.

18.7. As abreviações da revista devem estar em conformidade com o Index Medicus/Medline – na publicação List of Journals Indexed in Index Medicus ou por meio do site <http://locatorplus.gov/>.

18.8. Só serão aceitas citações de revistas indexadas. Os livros citados deverão possuir registro ISBN (International Standard Book Number).

18.9. Resumos apresentados em congressos (abstracts) só serão aceitos até dois anos após a apresentação e devem conter na referência o termo “resumo de congresso” ou “abstract”.

19. Política de valorização: os editores estimulam a citação de artigos publicados nos Arquivos.

20. Tabelas: numeradas por ordem de aparecimento e adotadas quando necessário à compreensão do trabalho. As tabelas não deverão conter dados previamente informados no texto. Indique os marcadores de rodapé na seguinte ordem: \*, †, ‡, §, //, ¶, #, \*\*, ††, etc. O Manual de Formatação de Tabelas, Figuras e Gráficos para Envio de Artigos à Revista ABC está no endereço: [http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/manual\\_de\\_formatacao\\_abc.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/manual_de_formatacao_abc.pdf)

21. Figuras: as figuras submetidas devem apresentar boa resolução para serem avaliadas pelos revisores. As legendas das figuras devem ser formatadas em espaço duplo e estar numeradas e ordenadas antes das Referências. As abreviações usadas nas ilustrações devem ser explicitadas nas legendas. O Manual de Formatação de Tabelas, Figuras e Gráficos para Envio de Artigos à Revista ABC está no endereço: [http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/manual\\_de\\_formatacao\\_abc.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/manual_de_formatacao_abc.pdf)

22. Imagens e vídeos: os artigos aprovados que contenham exames (exemplo: ecocardiograma e filmes de cinecoronariografia) devem ser enviados através do sistema de submissão de artigos como imagens em movimento no formato MP4 com codec h:264, com peso de até 20 megas, para serem disponibilizados no site <http://www.arquivosonline.com.br> e nas revistas eletrônicas para versão tablet.

23. Os autores não são submetidos à taxa de submissão de artigos e de avaliação.

## ANEXO B: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

IRMANDADE DA SANTA CASA  
DE MISERICORDIA DE PORTO  
ALEGRE - ISCMPA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL DIAFRAGMÁTICA EM PACIENTES CRÍTICOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: ENSAIO CLÍNICO

**Pesquisador:** Rodrigo Della Mía Pientz

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 47343515.8.0000.5335

**Instituição Proponente:** Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre - ISCMPA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.171.138

**Data da Relatoria:** 22/07/2015

#### Apresentação do Projeto:

Estudo clínico randomizado a ser realizado nas UTIs do Hospital São Francisco, Pavilhão Pereira Filho e Santa Clara da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre. Serão randomizados em dois grupos, de 10 pacientes adultos cada: um controle com fisioterapia tradicional e outro intervenção com Estimulação Elétrica Funcional (EEF) diafragmática. O método desse estudo seguiu as orientações e recomendações do CONSORT Statement e visa verificar o efeito que esta estimulação produz na força muscular respiratória de pacientes críticos.

#### Objetivo da Pesquisa:

Verificar o efeito da EEF diafragmática sobre a força muscular respiratória e propriedade estrutural diafragmática de pacientes adultos críticos internados em UTIs.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador declara sobre:

- Riscos: os riscos previstos são mínimos, podendo incluir desconforto muscular leve durante a aplicação da EEF diafragmática. A terapia não causa lesões e alterações profundas e/ou superficiais. Todas as avaliações e a aplicação da EEF diafragmática ocorrerão dentro de ambiente hospitalar.
- Benefícios: os benefícios da terapia incluem, de acordo com a hipótese do estudo, melhora a

Endereço: R. Profª Anna Dias, 285 Hosp. Dom Vicente Scherer  
 Bairro: 6ª andar - Centro CEP: 91020-000  
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
 Telefone: (51)3214-8571 Fax: (51)3214-8571 E-mail: cep@santacasa.icha.br

IRMANDADE DA SANTA CASA  
DE MISERICORDIA DE PORTO  
ALEGRE - ISCMPA



Continuação do Parecer: 1.171.128

força e a capacidade respiratória, diminuição dos efeitos deletérios da intubação e internação prolongada e uma recuperação às atividades de vida diária mais rápida e menos dolorosa.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O pesquisador declara sobre critérios de:

- **Inclusão:** pacientes adultos com idade entre 18 e 65 anos, de ambos os gêneros, admitidos na UTI por motivo clínico. Serão avaliados pela equipe médica e classificados como pacientes críticos. Encontrar-se no segundo dia de intubação orotraqueal, internados não mais de uma semana antes da primeira intervenção com EEF diafragmática. Escala de agitação-sedação de Richmond (RASS) entre -2 e +1, TCLE aceito e assinado pelo representante legal.

- **Exclusão:** pacientes com tempo de internação superior a 8 dias e tempo de intubação maior que 3 dias, com disfunção múltipla orgânica e/ou sepsis. Pacientes com complicação pós operatória. Pacientes sob efeito de bloqueadores musculares-medicações curarizantes, portadores de marcapasso, cardiofibrilador implantável ou resincronizador cardíaco. Pacientes com doenças neuromusculares previamente diagnosticadas, doença maligna em fase terminal, polineuropatia periférica. Apresentar índice de massa corporal (IMC) acima de 40 kg/m<sup>2</sup>. Apresentar lesões na pele na região abdominal, pela dificuldade na colocação dos eletrodos posteriormente.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram anexados e estão adequados os seguintes documentos: Formulário de Inscrição de Projetos de Pesquisa - CEP da ISCMPA, Orçamento, Cronograma, Termo de Compromisso de utilização de prontuários, Declaração de confidencialidade do sujeito no estudo, Declaração de autorização da Chefe responsável, Declaração de uso e publicação de dados, Declaração de uso de dados e materiais, Declaração de isenção de ônus à Instituição, TCLE e Declaração de riscos e benefícios

**Recomendações:**

Não aplicável.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto com relevância para o aprimoramento nos procedimentos de fisioterapia com foco na melhoria da qualidade de vida do paciente.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: R. Profª Anna Dias, 285 Hosp. Dom Vicente Scherer  
Bairro: 6º andar - Centro CEP: 90.020-060  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3214-8571 Fax: (51)3214-8571 E-mail: cep@uniscasa.icha.br

IRMANDADE DA SANTA CASA  
DE MISERICORDIA DE PORTO  
ALEGRE - ISCMPA



Continuação do Parecer: 1.171.138

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Após avaliação do protocolo acima descrito, o presente comitê não encontrou óbices quanto ao desenvolvimento do estudo em nossa Instituição e poderá ser iniciado a partir da data deste parecer.

Obs.: 1 - O pesquisador responsável deve encaminhar à este CEP, Relatórios de Andamento dos Projetos desenvolvidos na ISCMPA, Relatórios Parciais (pesquisas com duração superior à 6 meses), Relatórios Finais (ao término da pesquisa) e os Resultados Obtidos (cópia da publicação).

2 - Para o início do projeto de pesquisa, o investigador deverá apresentar a chefe do serviço (onde será realizada a pesquisa), o Parecer Consubstanciado de aprovação do protocolo pelo Comitê de Ética.

PORTO ALEGRE, 05 de Agosto de 2015

---

Assinado por:  
**ELIZETE KEITEL**  
(Coordenador)

Endereço: R. Profª Anna Dias, 285 Hosp. Dom Vicente Scherer  
Bairro: 8º andar - Centro CEP: 91.030-000  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3214-8571 Fax: (51)3214-8571 E-mail: cep@ santacasa.icha.br