



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA-UnB  
FACULDADE DE CEILÂNDIA-FCE  
CURSO DE FISIOTERAPIA

LORRAINE GOMES TEIXEIRA NUNES

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO  
NEUROMUSCULAR NA VASODILATAÇÃO  
FLUXO MEDIADA DE PACIENTES  
CARDIOPATAS:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM  
METANÁLISE.**

BRASÍLIA  
2014

LORRAINE GOMES TEIXEIRA NUNES

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO  
NEUROMUSCULAR NA VASODILATAÇÃO  
FLUXO MEDIADA DE PACIENTES  
CARDIOPATAS:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM  
METANÁLISE.**

BRASÍLIA  
2014

LORRAINE GOMES TEIXEIRA NUNES

EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO  
NEUROMUSCULAR NA VASODILATAÇÃO FLUXO  
MEDIADA DE PACIENTES CARDIOPATAS:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE.

Brasília, 24/06/2014

COMISSÃO EXAMINADORA



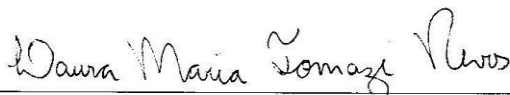
---

Prof. Dr. Gerson Cipriano Junior  
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB  
Orientador



---

Prof. Dr. Graziella França Bernardelli Cipriano  
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB



---

Dra. Laura Maria Tomazi Neves  
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB

## **AGRADECIMENTOS**

*Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus que me deu força em cada dia da minha jornada acadêmica para que eu vencesse cada obstáculo. Durante esses cinco anos ele me deu saúde, coragem e determinação para superar todos os dias difíceis, sobrecarregados, dias de prova e de seminários. Também agradeço pelos dias felizes, dias de menção SS, dias de elogios e o mais importante desses anos: minha viagem para Portugal.*

*Agradeço aos meus pais, além de dedicar este trabalho a eles. Obrigada por sempre abrir mão de tudo que podiam para colocar em minhas mãos, obrigada pela compreensão, pelo apoio, pela preocupação e principalmente por existirem em minha vida. Obrigada também irmãs, obrigada família. Eu amo vocês.*

*Agradeço ao meu orientador Gerson Cipriano Junior, uma excelente pessoa e excelente profissional. Com ele aprendi muito, tive um ótimo aproveitamento nas oportunidades que ele me deu durante quatro anos da minha graduação. Obrigada pela oportunidade nas iniciações científicas e inserir no seu grupo de pesquisa. Agradeço pela paciência comigo em relação ao meu trabalho de conclusão de curso e por todos seus ensinamentos.*

*Agradeço a minha banca examinadora que reservou um tempo de suas vidas para avaliar e apreciar meu trabalho.*

*Agradeço ao Conselho nacional de desenvolvimento científico (Cnpq) pelo apoio financeiro durante a minha graduação, tanto durante os três anos de iniciação científica que cumpri, quanto a bolsa de graduação sanduíche no exterior. Foi de extrema importância para meu aprendizado, experiência curricular e crescimento pessoal.*

*Agradeço a todos os meus amigos que me apoiaram em algum momento da minha jornada acadêmica, amigos que conheci na UnB e amigos que vem me acompanhando há anos, inclusive aquela que hoje não pode estar presente na minha vida, pois já cumpriu sua missão aqui na terra, sinto muito sua falta Iara Cardoso. Agradeço em especial a Carolina, Kamila, Hélio e Sarah por me ajudarem quando mais precisei no período de pesquisa deste trabalho, obrigada pelo esforço de cada um.*

*Obrigada a todos!*

## RESUMO

NUNES, Lorraine Gomes Teixeira. Efeitos da eletroestimulação neuromuscular na vasodilatação fluxo mediada de pacientes cardiopatas: Uma revisão sistemática com metanálise. 12f. Monografia (Graduação) - Universidade de Brasília, Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Ceilândia. Brasília, 2014.

Antecedentes: A partir de estudos anteriores, há um consenso sobre o efeito positivo da estimulação elétrica (EENM) na vasodilatação fluxo mediada (VDFM) em pacientes com insuficiência cardíaca (IC). No entanto, existem poucos estudos que avaliam esta variável. Objetivos: Avaliar o efeito da EENM na VDFM em pacientes com IC. Métodos: Foi realizada uma busca nas bases de dados MEDLINE, LILACS e Cochrane até maio de 2014 sem limitações de linguagem. Os critérios de seleção foram ensaios clínicos randomizados de EENM em comparação com outra intervenção. A população foi constituída por adultos com idade entre 18 e 65 anos com diagnóstico de NYHA II e III. A coleta e análise de dados foram baseadas na extração de dados sobre desenho do estudo, os participantes, intervenções e resultados. O risco de viés foi avaliado utilizando a escala PEDro. Foi calculado a média (MD) e desvio padrão (DP) entre os resultados dos grupos de intervenção e controle. Resultados: dois estudos envolvendo um total de 31 participantes experimentais e 23 participantes de controle foram incluídos. EENM não alterou a VDFM por uma MD de 2.98 (95% intervalo de confiança (IC) (0.88 – 5.08). As características dos exercícios foram semelhantes (frequência = 5 vezes/semana; duração = 30 minutos/dia; frequência da corrente = 25 Hz) nos estudos incluídos. O risco de viés em todos os estudos foi heterogênea (escala PEDro = 6 pontos). Conclusão: A EENM apresentou discreta alteração significativa sobre a VDFM em pacientes com IC. No entanto, a conclusão é limitada, dado o número de estudos na área. Novos Estudos randomizados controlados são necessários para entender melhor a influência da EENM na VDFM.

Palavras-chaves: Eletroestimulação, Endotélio, Fluxo sanguíneo, Insuficiência cardíaca.

## ABSTRACT

NUNES, Lorraine Gomes Teixeira. Effects of neuromuscular electrical stimulation on flow-mediated vasodilation in patients with heart disease: A systematic review with meta-analysis.12f. Monograph (Graduation) - University of Brasilia, undergraduate course of Physicaltherapy, Faculty of Ceilândia. Brasília, 2014.

**Background:** From previous studies, there is consensus about the positive effect of electric stimulation (EENM) in flow mediated vasodilatation in patients with heart failure (HF). However, there are few studies assessing this variable. **Objectives:** The primary aim of the present meta-analysis is: Determine the effect of electric stimulation in flow mediated vasodilatation in patients with HF. **Search Methods:** The following databases (up to May 2014) were searched with no language limitations: MEDLINE, LILACS and Cochrane. We screened reference lists of articles and also conducted an extensive hand search of grey literature. The selection Criteria was based in randomized controlled trials of electric stimulation compared to another intervention. The study population comprised adults aged between 18 to 65 years, with evidence of NYHA II and III. The data collection and analysis was based in data about study design, participants, interventions and outcomes were extracted. The risk of bias using the PEDro scale was evaluated. Mean difference (MD) and standardized mean differences (SMD) were calculated between outcome of intervention and control groups with sufficient data; for other outcomes we described findings from individual studies. **Main Results:** two studies involving a total of 31 experimental participants and 23 control participants met the inclusion. EENM significantly improved FMVD by a MD of 2.98 (95% confidence interval (CI) (0.88 – 5.08). Characteristics of the exercise were similar (frequency = 5 times/week; duration = 30 minutes/day; frequency of current = 25 Hz) in the included studies. The risk of bias in all the studies was heterogeneous (PEDro scale = 6 points). **Conclusion:** EENM did improve the FMVD in HF patients. However, the conclusion is limited due to the limited number of studies in the field. New Randomized Controlled Studies are necessary to improve the understanding about the influence of EENM on FMVD.

**Key-words:** Electric stimulation, Endothelium, Blood flow, Heart failure.

**SUMÁRIO**

1-LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
2-LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	9
3-INTRODUÇÃO.....	10
4- OBJETIVOS.....	12
5-MÉTODOS.....	13
6-RESULTADOS.....	18
7-DISSCUSSÃO.....	22
8- CONCLUSÃO.....	25
9-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
10-ANEXOS.....	34
ANEXO A-ESTRATÉGIA DE BUSCA COMPLETA.....	31
ANEXO B – NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA.....	33

**1-LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>DP</b>	Desvio padrão
<b>DVP</b>	Doença vascular periférica
<b>EENM</b>	Eletroestimulação neuromuscular
<b>FES</b>	Estimulação elétrica funcional
<b>Hz</b>	Hertz
<b>IC</b>	Intervalo de confiança
<b>IC</b>	Insuficiência cardíaca
<b>LILACS</b>	Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde
<b>MD</b>	Média
<b>MEDLINE</b>	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
<b>NYHA</b>	<i>New York Heart Association</i>
<b>PEDro</b>	<i>Physiotherapy evidence database</i>
<b>PRISMA</b>	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses.
<b>PUBMED</b>	<i>Publisher Medline</i>
<b>S</b>	Segundos
<b>T OFF</b>	Tempo off
<b>T ONN</b>	Tempo on
<b>VDFM</b>	Vasodilatação Fluxo Mediada



**2-LISTA DE TABELAS E FIGURAS**

	Página
<b>Tabela 1:</b> Características da população.	15
<b>Tabela 2:</b> Caraterísticas dos estudos incluídos.	16
<b>Tabela 3:</b> Qualidade dos estudos baseados na escala PEDro.	19
<b>Tabela 4:</b> Características dos estudos excluídos.	18
<b>Figura 1:</b> Fluxograma do processo de seleção dos estudos.	17
<b>Figura 2:</b> <i>Funnel plot</i> para comparação entre dois estudos.	20
<b>Figura 3:</b> resposta da VDFM, comparação entre dois grupos: experimental e controle.	23

### 3-INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares, como a doença arterial coronariana, o acidente vascular cerebral e as doenças vasculares periféricas (DVP) são bastante prevalentes em países industrializados e em desenvolvimento. As doenças cardiovasculares são frequentemente observadas em pessoas com diabetes e tabagismo. Também, são fortemente associadas à hipertensão, dislipidemia, obesidade, baixo nível de atividade física, aumentando o risco de mortalidade cardiovascular e dificultando o desempenho nas atividades de vida diária [1].

Dentre as doenças cardiovasculares a insuficiência cardíaca (IC) é caracterizada pela intolerância ao esforço que está relacionada com diversas causas, o desempenho físico não se limita a somente disfunções cardíacas e pulmonares, mas também resulta de variáveis hemodinâmicas periféricas ou do metabolismo muscular [2]. Além disso, existem modificações histológicas e metabólicas nas fibras musculares esqueléticas e na capacidade dos vasos de distribuírem o fluxo sanguíneo aos músculos em atividade [3].

A IC causa disfunção endotelial na microcirculação e na macrocirculação, influenciando na distribuição do fluxo sanguíneo. O aumento da resistência periférica, redução do fornecimento de sangue e dilatação periférica reduzida resultam na atrofia do músculo esquelético [4]. O treinamento físico pode reverter as alterações patológicas em pacientes com IC, como aumento da capacidade de realizar e manter um trabalho mecânico, redução da frequência cardíaca, aumento do tamanho das fibras musculares, melhoras da disfunção autonômica com redução do tônus simpático, aumento do tônus vagal cardíaco, reversão da disfunção endotelial, entre outros [5].

O endotélio é a barreira física entre a parede do vaso e o fluxo sanguíneo, participa na regulação do fluxo sanguíneo em resposta a mudança no tecido e em necessidade de perfusão dos órgãos, sendo este de fundamental importância para a manutenção do tônus vascular, ou seja, a homeostase vascular. O comprometimento do endotélio pode acelerar o processo de degeneração devido a interações anormais entre a parede vascular, as plaquetas, neutrófilos e macrófagos [6,7]. O aumento do fluxo sanguíneo é um importante estímulo para a vasodilatação fluxo mediada (VDFM), que pode ser definida como a dilatação do vaso sanguíneo [6,8]. Uma anormalidade na função endotelial, marcada por uma dilatação reduzida frente a um aumento de fluxo é uma indicação precoce de futuros eventos cardiovasculares [7]. A VDFM vem sendo amplamente examinada de forma não invasiva por meio de medições por ultrassom da resposta de vasodilatação da artéria braquial ao aumento do fluxo sanguíneo, refletindo em tensão de cisalhamento na parede vascular [6].

Estudos tem mostrado a importância da eletroestimulação neuromuscular (EENM) em benefício da IC [9]. Além de influenciar positivamente o ganho de força muscular, em especial, a estimulação elétrica de baixa frequência, também conhecida como estimulação elétrica funcional (FES), parece melhorar além da força muscular e ativação neuromuscular o desempenho físico em decorrência de uma melhora do consumo de oxigênio [2]. Entretanto o efeito sobre o sistema vascular ainda não é claro na literatura científica.

Observada a grande procura de alternativas para potencializar o treinamento, especialmente nesta população com disfunção autonômica e com capacidade física limitada, a EENM poderia ser considerada uma forma prática e não invasiva de potencializar o desempenho muscular e circulatório, retardando a sensação de fadiga e proporcionando melhora na qualidade de vida.

#### **4-OBJETIVOS**

O objetivo desse estudo foi analisar o efeito da EENM na VDFM na IC por meio de uma metanálise.

## **5-MÉTODOS**

### **Critérios para considerar os estudos nesta revisão**

#### **Tipos de estudos**

Foram buscados ensaios clínicos randomizados referentes a EENM, com efeito após um período prolongado comparando grupo controle com pacientes com IC.

#### **Tipos de participantes**

A idade dos participantes que iriam compor os estudos era entre 18 e 65 anos. Foram incluídos estudos no qual os participantes de IC estivessem de acordo com a classificação *New York Heart Association* (NYHA), NYHA II e III. Foram excluídos estudos em lesados medulares, diabéticos e em ausência de alguma condição clínica.

#### **Tipos de intervenção**

A intervenção aplicada foi o uso de EENM como corrente para produção de contração muscular. O grupo controle foi definido por outra intensidade de corrente ou outro recurso, como o exercício convencional.

#### **Tipos de avaliação**

O ultrassom doppler para analisar a VDFM.

#### **Estratégia de busca para identificação dos estudos**

Foi realizada uma busca nas seguintes bases de dados: MEDLINE (por meio da PUBMED), LILACS e COCHRANE no período entre 1985 e 2013. Dois revisores analisaram os resultados de forma independente. As pesquisas foram limitadas em

ensaios clínicos e ensaios clínicos randomizados, anteriormente a essa busca foi realizada uma busca individual para identificar outras revisões sistemáticas e/ou metanálises. Os filtros aplicados foram para limitar a pesquisa a humanos e idade acima de 19 anos. Nenhum idioma ou outras limitações foram selecionados.

### **Termos utilizados para a realização da busca**

Os descritores utilizados foram: ("*Endothelium*"[Mesh]) OR "*Blood Flow Velocity*"[Mesh] ou "*blood supply*" [Subheading]) ou "*Vascular Resistance*"[Mesh] ou "*Capillary Resistance*"[Mesh]) ou "*Blood Circulation*"[Mesh]) OR "*Vasodilation*"[Mesh]) ou "*Endothelium, Vascular*"[Mesh]) ou "*Blood*"[Mesh]) OR "*Blood Volume*"[Mesh]) ou "*Blood Physiological Phenomena*"[Mesh]) ou "*Hemodynamics*"[Mesh]) ou "*Cardiovascular System*"[Mesh]) ou "*Cardiovascular Physiological Processes*"[Mesh]) e ("*Electric Stimulation Therapy*"[Mesh]) ou "*Electric Stimulation*"[Mesh]).

### **Avaliação da qualidade dos estudos**

Os estudos incluídos foram classificados de forma independente por dois revisores para avaliar a qualidade utilizando a escala *Physiotherapy evidence database* (PEDro), no qual é uma lista de verificação utilizada para medir a qualidade de relatórios com base na lista de Delphi, desenvolvido por Verhagen et al. [10]. Além disso, o resultado foi comparado com os resultados que se encontram na base de dados. A escala PEDro inclui critérios de elegibilidade (não utilizados para calcular a pontuação), distribuição aleatória, alocação secreta, semelhança nos sujeitos, sujeito cego, terapeuta cego, avaliador cego, mensuração dos resultados, intenção de tratar, análise estatística entre os grupos e medidas de precisão/medidas de variabilidade. Os itens foram marcados tanto como presente (sim / 1) ou ausente (não / 0), e foi obtida uma pontuação até 10 (Tabela

3). Além disso, para avaliar a evidência de viés de publicação usou-se funil de Begg e teste de regressão de Egger que são considerados adequados quando  $p > 0.05$  (figura 2).

## COLETA DE DADOS E ANÁLISE

### Seleção dos estudos

As referências identificadas pela estratégia de busca foram selecionados primeiro por título, e em seguida por resumo. Para a seleção, os resumos tinham que identificar claramente o desenho do estudo, a população, e os componentes importantes para a intervenção. Os estudos selecionados pelo resumo foram lidos por completo para a seleção final. Alguns estudos foram incluídos na análise qualitativa, porém não foram selecionados para a análise quantitativa pelo fato de não ter uma intervenção em longo prazo e não avaliar a variável desejada. O principal resultado extraído foi a VDFM (%). O fluxograma do processo de seleção dos estudos foi realizado de acordo com os requisitos do PRISMA (Figura 1).

Estudos	População	Quantidade de participantes	Idade	Idade do grupo tratamento	Idade do grupo controle	Sexo masculino
Karavidas, A et al [11].	NYHA II-III	30	69 ± 8	69.4 ± 8.6	68.5 ± 7.9	18
Karavidas, AI et al [12].	NYHA II-III	24	60.3 ± 11.7	57.4 1 ± 5.3	63.8 ± 8.1	21

**Tabela 1:** Características da população.

### Extração dos dados

Foram extraídos dados relevantes sobre os critérios de inclusão (desenho do estudo, os participantes, intervenções, incluindo o tipo de exercício, frequência, duração, e modalidade; comparações, e os resultados) e risco de viés (randomização, cegando, e controle) (tabela 1, 2). A extração de dados foi realizada de forma independente por um

único revisor. Os estudos excluídos e as razões para sua exclusão estão detalhados nas "Características dos estudos excluídos" (Tabela 4).

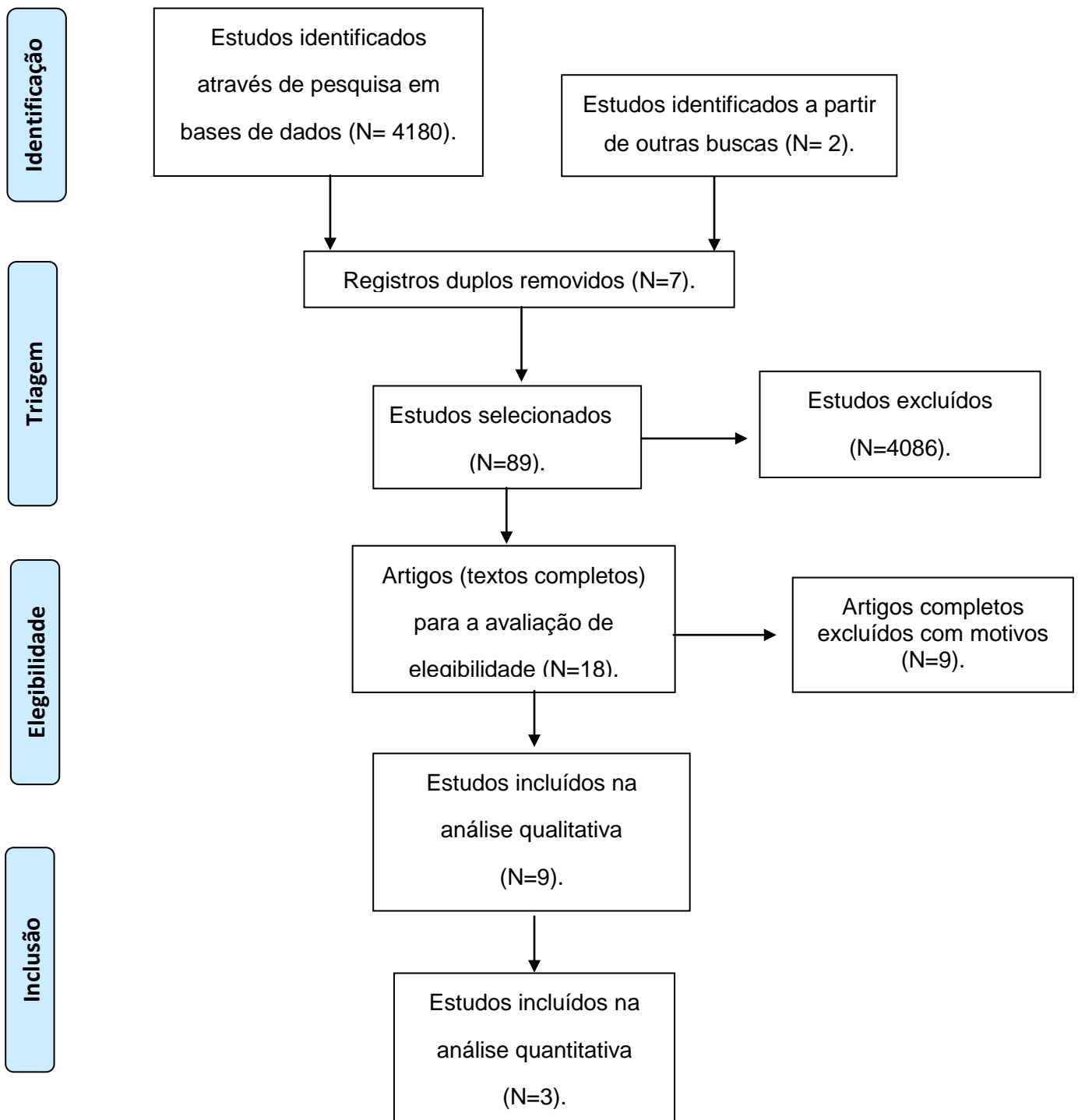
<b>Estudos</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Duração da sessão</b>	<b>Duração do protocolo</b>	<b>Local FMD</b>	<b>Momento da medida de FMD</b>
Karavidas, A et al [11].	FES	25 Hz / T ON 5 s / T OFF 5 s	30 minutos	6 semanas	artéria braquial	Antes/ após
Karavidas, AI et al [12].	FES	25 Hz / T ON 5 s / T OFF 5 s	30 minutos	6 semanas	artéria braquial	Antes/ após

**Tabela 2:** Caraterísticas dos estudos incluídos.

### **Análise dos dados**

Os dados foram processados de acordo com o Manual da *Cochrane* de Revisões Sistemáticas de intervenções [13]. Foram comparados para as variáveis contínuas (grupo controle menos o grupo intervenção para resultar na diferença) a diferença média ponderada e CI 95%. O desvio padrão foi calculado para cada estudo baseado no método de pontuação de mudança. A heterogeneidade entre os estudos incluídos foi explorada qualitativamente (comparando as características dos estudos incluídos) e quantitativamente (utilizando o teste Chi<sup>2</sup> de heterogeneidade). Um modelo de efeito fixo de metanálise foi utilizado com base na avaliação qualitativa da heterogeneidade e do baixo risco de viés. Todas as análises foram realizadas utilizando *Review Manager* versão 5.1 e interpretado pelo *software Biostat*.



**Fluxograma 2009 PRISMA**

**Figura 1** - Fluxograma do resumo do processo de seleção dos estudos [14].

## 6- RESULTADOS

A busca inicial levou à identificação de 4182 estudos. A partir dos 89 artigos que foram considerados potencialmente importantes, 18 foram considerados importantes perante a intervenção e mensuração de fluxo desejada. Entretanto somente 2 artigos foram selecionados para a metanálise, visto que os estudos deviam ser o mais homogêneo possível, a população com maior número de artigos foi de indivíduos com IC. A variável de predomínio foi a VDFM (%). A Figura 1 mostra o diagrama de fluxo dos estudos incluídos nesta meta-análise.

<b>Estudo</b>	<b>Motivo para exclusão</b>
Olive, JL et al [15].	Um dia de intervenção
Vanderthommen, M et al [16].	Um dia de intervenção
Currier, DP et al [17].	Um dia de intervenção
Stoner, L et al [18].	Ultrassom doppler na artéria tibial posterior
Stoner, L et al [19].	Ultrassom doppler na artéria tibial posterior
Dobsák P, et al. [18].	Não avaliou vasodilatação fluxo mediada
Morita, H et al [20].	Um dia de intervenção
Phillips, W et al [21].	Quatro dias de intervenção
Karavidas, A et al [22].	Não avaliou vasodilatação fluxo mediada (%)
Vanderthommen, M et al [23].	Mensuração da artéria através de tomografia com emissão de pósitrons
Groot, P et al [24].	Ultrassom doppler na artéria femoral
Petrofsky, J et al [25].	Laser doppler nos dedos
Corley, JV et al [26].	Ultrassom doppler na veia poplítea
Yoshida, T et al [27].	Ultrassom doppler na veia cava inferior
Kaplan, RE et al [28].	ultrassom doppler na artéria poplítea e femoral

**Tabela 4:** Características dos estudos excluídos.

As tabelas 1 e 2 resumem as características desses estudos. A tabela 4 caracteriza os estudos excluídos. Entre os estudos incluídos, ambos foram classificados como ensaios clínicos randomizados. O período de publicação foi de 2006 a 2013. 31 indivíduos do grupo experimental e 23 do grupo controle foram incluídos. A média de idade variou da população variou entre 60.3 e 69 anos, sendo que 72,22% dos participantes são do sexo masculino.

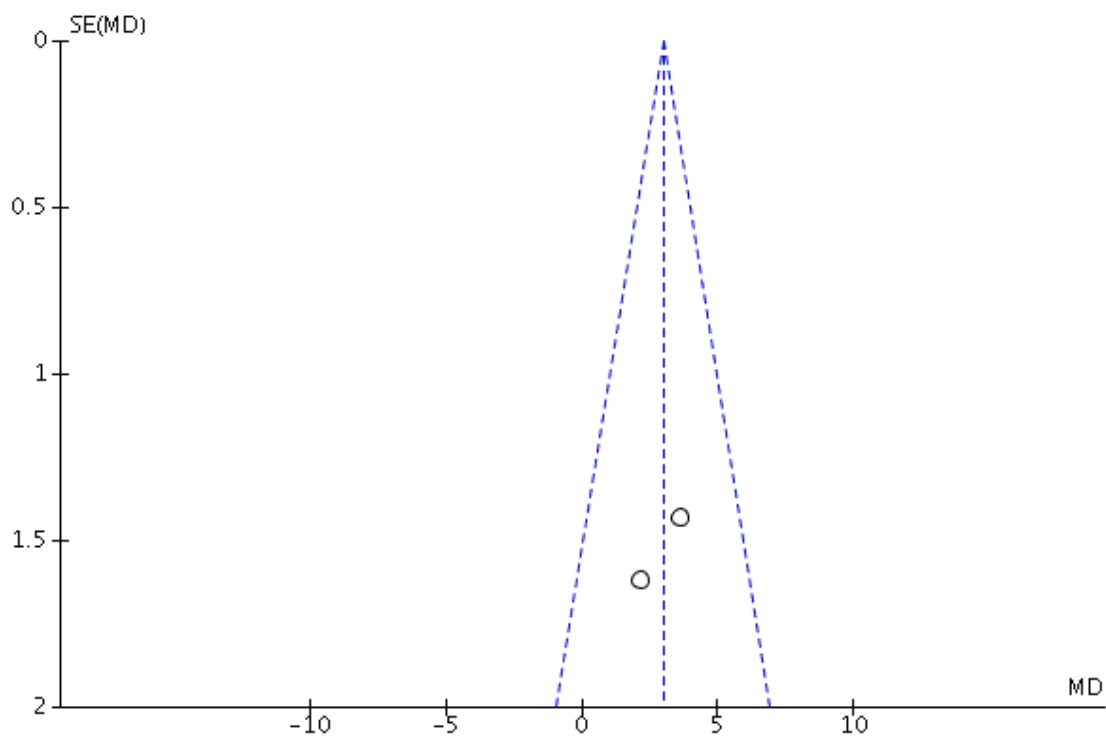
### O viés de publicação

Estudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Karavidas, A et al [11].	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
Karavidas, AI et al [12].	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6

**Tabela 3:** Qualidade dos estudos baseado na escala Pedro.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos é apresentada na Tabela 3. Com base em pontuação PEDro, os dois estudos apresentaram 6 pontos. Além disso, o exame de parcelas funil de Begg para VDFM demonstrou simetria, o que sugere que não houve viés de publicação significativa (Figura 2).

### *Funnel Plot* para margem de erro

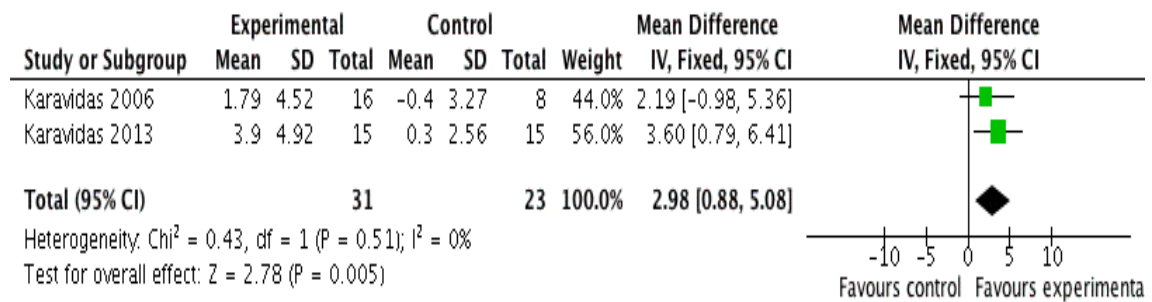


**Figura 2:** *Funnel plot* para comparação entre dois estudos

### Efeitos da EENM na VDFM

Os três estudos avaliaram o efeito da EENM na VDFM (%). A diferença do grupo experimental para o grupo controle foi de 2.98 % (0.88, 5.08). A figura 2 ilustra os resultados com base na comparação do *Forest plot* (figura 3). Os resultados demonstram que a EENM produziu uma mudança significativa na VDFM em comparação a um grupo controle (MD =2.98, IC 95% (95%) = 0.88 a 5.08,  $p = 0,005$ ). A idade média do grupo experimental e controle eram muito semelhantes (63,4 e 66,15 respectivamente). Além disso, o protocolo de exercícios utilizado nos dois estudos foi

muito semelhante (frequência = 5 vezes / semana; duração = 30 minutos / dia; frequência da corrente = 25 Hz, local da medida da VDFM= artéria braquial) (tabela 2).



**Figura 3:** resposta da VDFM, comparação entre dois grupos: experimental e controle.

## 7- DISCUSSÃO

Os resultados sugerem que a vasodilatação fluxo mediada pode ser modificada pelo uso da eletroestimulação neuromuscular de forma discreta. O diamante do estudo mostra esta alteração na VDFM, no qual se encontra a favor da população experimental. O centro do diamante indicou um efeito médio de 2.98% (0.88 - 5.08). Ambos os estudos possuem um impacto semelhantes. Sugere-se que seja devido ao tamanho da amostra e um menor desvio padrão.

A heterogeneidade dos estudos foi baseado na escala PEDro e no intervalo de confiança dos trabalhos. Os estudos possuem um peso semelhante e possuem uma variância moderada para o desfecho final com o intervalo de confiança de 95%.

Deftereos, et al [29] comparou o efeito entre a EENM e o treino com bicicleta. As alterações observadas na VDFM indicaram que o efeito do FES sobre a função endotelial foi significativa, mas em menor amplitude em comparação com o treino na bicicleta convencional. A corrente FES alterou a DFM em 1.8 % e a bicicleta alterou 3%. Comparado com o estudo atual, os efeitos da bicicleta convencional se assemelha com o resultado da metanálise, indicando que esse efeito pode promover uma alteração na VDFM.

Currie et al [30] comparou o efeito de dois programas de treinamento físico na VDFM em 20 pacientes com IC classificados como NYHA II-IV. O primeiro programa de exercícios baseava-se em exercícios de endurance de intensidade moderada. A VDFM variou em 5,26 % após a oclusão em repouso e 6,48 % após o exercício em relação ao valor basal. O segundo programa era composto de exercícios de volume baixo com intensidade alta. A VDFM variou em 5,47 % em repouso e 6,02 % após o exercício. Os

dois programas mostraram uma alteração semelhante, porém em relação ao estudo atual mostrou resultados mais significativos.

Em um estudo sobre o efeito do nebivolol, um antagonista beta-adrenérgico, em pacientes com fluxo coronariano lento, Gunes et al [6] através do ultrassom sobre a artéria braquial verificou que a medicação alterou em 2% a VDFM. Em comparação com o presente estudo o efeito vasodilatador da medicação mostrou uma alteração quantitativa inferior ao efeito da EENM.

Na presente metanálise a eletroestimulação neuromuscular teve um efeito significativo sobre a vasodilatação fluxo mediada. Esse efeito foi superior em relação ao efeito de medicamentos vasodilatadores e semelhante e/ou inferior ao exercício físico. Isso se deve ao fato que a FES foi aplicada em repouso nos dois artigos analisados pela metanálise. Tal fato contribui para um menor trabalho da musculatura em relação ao exercício, visto que durante exercício físico há uma maior ativação de músculos em relação ao repouso. Portanto, a EENM apesar de aplicada no repouso, mostrou valores significantes.

Todos os estudos foram avaliados pela escala PEDro, dois estudos obtiveram nota 6 e um estudo nota 4. Há uma necessidade de estudos com maior qualidade e com populações homogêneas para que novas metanálises possam ser realizadas para mensurar melhor os efeitos desejados. De acordo com a PEDro a escala não deverá ser usada como uma medida da “validade” das conclusões de um estudo. Há uma advertência em relação aos estudos que revelam efeitos significativos do tratamento e que obtenham pontuação elevada na escala PEDro não fornecem, necessariamente, evidência de que o tratamento seja clinicamente útil [10].

Houve algumas limitações na realização do presente estudo, como pouca quantidade de estudos que envolvam esse tema, poucos estudos que apontam o efeito prolongado desse recurso, poucos estudos com pacientes com IC. Após o refinamento da pesquisa, poucos estudos mostraram o efeito da VDFM após a aplicação da EENM.



## **8- CONCLUSÃO**

O presente estudo demonstrou que a EENM possui efeito discreto sobre a VDFM. No entanto, a conclusão é limitada, dado o número de estudos na área. Novos estudos randomizados controlados em populações homogêneas são necessários para entender melhor a influência da EENM na VDFM.

## 9- REFERÊNCIAS

1. Silva DK, Nahas, MV (2002) Prescrição de exercícios físicos para pessoas com doença vascular periférica: Artigo de revisão. Ver. Bras. Ciênc. e Mov. Jan; 10(1): 55-61.
2. Nuhr MJ, Pette D, Berger R, et al (2004) Os efeitos benéficos da estimulação de baixa frequência crônica de músculos da coxa em pacientes com insuficiência cardíaca crônica avançada. Eur Heart J. Jan; 25 (2): 136-43. Pubmed PMID: 14720530.
3. De Carvalho, RT, Vieira M LC, Romano, et al (2006) Exercício resistido na avaliação da disfunção endotelial na insuficiência cardíaca. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 86(6): 459-465. Doi: 10.1590/S0066-782X2006000600008
4. Dobsak, P, Novakova, M, Siegelova, J et al (2006) Low-frequency electrical stimulation increases muscle strength and improves blood supply in patients with chronic heart failure. Circ J. 70(1):75-82. Pubmed PMID- 16377928.
5. Lazzoli, JK (2009). O exercício na insuficiência cardíaca: da contra-indicação à evidência científica. Rev Bras Med Esporte. 5(4): 127-129. Doi:10.1590/S1517-8692199900040001.
6. Gunes, Y, Gumrukcuoglu, HA, Akdag, S et al (2011) Função Endotelial Vascular em Pacientes com Fluxo Coronário Lento e os Efeitos do Nebivolol. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 97(4): 275-280. Doi: 10.1590/S0066-782X2011005000105.
7. Yoshida, T, Kawano, H, Miyamoto, S et al (2006) Prognostic value of flow-mediated dilation of the brachial artery in patients with cardiovascular disease. Internal Medicine, 45(9): 575-579. Pubmed PMID: 19295000.

8. Vogel, RA (2004) Measurement of endothelial function by brachial artery flow-mediated vasodilatation. *American Journal of Cardiology* 88(2):31e-34E. PMID: 11473743.
9. Tomasi, FP, Silva, VM, Silva, ML et al (2011) American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation 26th Annual Meeting: Transcutaneous electrical nerve stimulation sluggish pulmonary o<sub>2</sub> uptake kinetics and speeds heart rate kinetics. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* 7(10):269-272. Doi: 10.1097/HCR.0b013e3182243752.
10. Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of clinical epidemiology*. 1998 Dec;51(12):1235-41. PubMed PMID: 10086815.
11. Karavidas, A, Driva, M, Parissis, JT (2013) 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*. 166(4):760-7. Doi: 10.1016/j.ahj.2013.06.021.
12. Karavidas, AI, Raisakis, KG, Parissis, JT, et al (2006) Functional electrical stimulation improves endothelial function and reduces peripheral immune responses in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 13(4):592-7. Pubmed PMID: 16874150.
13. Lundh A, Gotzsche PC. (2008) Recommendations by Cochrane Review Groups for assessment of the risk of bias in studies. *BMC medical research methodology*. 8:22. PubMed PMID: 18426565.

14. Adaptado de Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(6): e1000097. Doi:10.1371/journal.pmed1000097
15. Olive, JL et al (2003) Blood flow and muscle fatigue in SCI individuals during electrical stimulation. *J Appl Physiol* 94(2):701-8. Pubmed PMID- 12391070.
16. Vanderthommen, M et al (2002) Blood flow variation in human muscle during electrically stimulated exercise bouts. *Arch Phys Med Rehabil* 83(7):936-41. Pubmed PMID- 12098153.
17. Currier, DP et al (1986) Effect of graded electrical stimulation on blood flow to healthy muscle. *Phys Ther* 66(6):937-43. Pubmed PMID- 16158074.
18. Stoner, L et al (2007) Electrical stimulation-evoked resistance exercise therapy improves arterial health after chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 45(1):49-56. Doi: 10.1038/sj.sc.3101940.
19. Stoner, L et al (2006) Electrically stimulated resistance training in SCI individuals increases muscle fatigue resistance but not femoral artery size or blood flow. *Spinal Cord* 44(4):227-33. Doi: 10.1038/sj.sc.3101834.
20. Morita, H et al (2006). Neuromuscular electrical stimulation and an ottoman-type seat effectively improve popliteal venous flow in a sitting position. *J Physiol Sci* 56(2):183-6. Doi: 10.2170/physiolsci.SC002006.
21. Phillips, W et al (1995) Relative changes in blood flow with functional electrical stimulation during exercise of the paralyzed lower limbs. *Paraplegia* 33(2):90-3. Doi: 10.1038/sc.1995.21.
22. Karavidas, A et al (2010) Functional Electrical Stimulation is More Effective in Severe Symptomatic Heart Failure Patients and Improves Their Adherence to

- Rehabilitation Programs. *Journal of Cardiac Failure* 16(3): 244-249. Doi: 10.1016/j.cardfail.2009.10.023.
23. Vanderthommen, M et al (2000) Spatial distribution of blood flow in electrically stimulated human muscle: a positron emission tomography study. *Muscle Nerve* 23(4):482-9. Pubmed PMID- 10716757.
24. Groot, P et al (2005) Electrical stimulation alters FMD and arterial compliance in extremely inactive legs. *Med Sci Sports Exerc.* 37(8):1356-64. Pubmed PMID- 16118583.
25. Petrofsky, J et al (2006) Current distribution under electrodes in relation to stimulation current and skin blood flow: are modern electrodes really providing the current distribution during stimulation we believe they are? *J Med Eng Technol* 30(6):368-81. Doi: 10.1080/03091900500183855.
26. Corley, GV et al (2008) The effect of surface neuromuscular electrical stimulation and compression hosiery applied to the lower limb, on the comfort and blood flow of healthy subjects. *Conf Proc Eng Med Biol Soc.* 2008:703-6. Doi: 10.1109/IEMBS.2008.4649249.
27. Yoshida, T et al (2013) Cardiovascular response of individuals with spinal cord injury to dynamic functional electrical stimulation under orthostatic stress. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 21(1):37-46. Doi: 10.1109/TNSRE.2012.2211894.
28. Kaplan, RE et al (2002) Electrical foot stimulation and implications for the prevention of venous thromboembolic disease. *Thromb Haemost* 88(2):200-4. Pubmed PMID: 12195689.
29. Deftereos, S, Giannopoulos, G, Raisakis, K, (2010) Comparison of muscle functional electrical stimulation to conventional bicycle exercise on endothelium

and functional status indices in patients with heart failure. *Am J Cardiol.* 106 (11):1621-5. Doi: 10.1016/j.amjcard.2010.07.040.

30. Currie KD, Mckelvie RD, Macdonald MJ (2012). Flow-Mediated dilation Is Acutely Improved After High-Intensity Interval Exercise. *Official Journal of the American College of Sports Medicine.* Nov; 44(11): 2057-2064. Doi: 10.1249/MSS.0b013e318260ff92.

## ANEXO A – ESTRATÉGIA DE BUSCA COMPLETA.

("**Endothelium**"[Mesh] OR Endotheliums OR "**Blood Flow Velocity**"[Mesh] OR  
 "Blood flow Velocities" OR "Flow Velocities, Blood" OR "Flow Velocity, Blood" OR  
 "Velocities, Blood Flow" OR "Velocity, Blood Flow" OR "**blood supply**"  
 [Subheading]) OR "**Vascular Resistance**"[Mesh] OR "Resistance, Vascular  
 Pulmonary Vascular Resistance" OR "Resistance, Pulmonary Vascular OR Vascular  
 Resistance, Pulmonary" OR "Total Peripheral Resistance" OR "Peripheral Resistance,  
 Total" OR "Resistance, Total Peripheral" OR "Systemic Vascular Resistance" OR  
 "Resistance, Systemic Vascular" OR "Vascular Resistance, Systemic" OR "Peripheral  
 Resistance" OR "Resistance, Peripheral" OR "**Capillary Resistance**"[Mesh] OR  
 "Capillary Resistances" OR "Resistance, Capillary" OR "Resistances, Capillary" OR  
 "**Blood Circulation**"[Mesh] OR "Circulation, Blood" OR "**Vasodilation**"[Mesh] OR  
 "asorelaxation" OR "Vasodilatation" OR "Vascular Endothelium-Dependent  
 Relaxation" OR "Endothelium-Dependent Relaxation, Vascular" OR "Relaxation,  
 Vascular Endothelium-Dependent" OR "Vascular Endothelium Dependent Relaxation"  
 OR "**Endothelium, Vascular**"[Mesh] OR "Vascular Endothelium" OR "Endotheliums,  
 Vascular" OR "Vascular Endotheliums" OR "Capillary Endothelium" OR "Capillary  
 Endotheliums" OR "Endothelium, Capillary OR Endotheliums, Capillary" OR  
 "**Blood**"[Mesh] OR "**Blood Volume**"[Mesh] OR "Blood Volumes" OR "Volume,  
 Blood" OR "Volumes, Blood" OR "**Blood Physiological Phenomena**"[Mesh] OR  
 "Blood Physiological Phenomenas" OR "Phenomena, Blood Physiological" OR "Blood  
 Physiological Phenomenon" OR "Phenomenon, Blood Physiological" OR  
 "Physiological Phenomenon", "Blood OR Physiology", "Blood" OR "Blood  
 Physiological Concepts" OR "Blood Physiological Concept" OR "Concept, Blood

Physiological” OR “Concepts, Blood Physiological” OR “Physiological Concept, Blood” OR “Physiological Concepts, Blood” OR “Blood Physiology” OR “*Hemodynamics*”[Mesh] OR hemodynamic OR “*Cardiovascular System*”[Mesh] OR “Cardiovascular Systems OR System, Cardiovascular” OR “Systems, Cardiovascular” OR “*Cardiovascular Physiological Processes*”[Mesh] OR “Physiological” OR “Processes, Cardiovascular” OR “Processes, Cardiovascular Physiological” OR “Cardiovascular Physiological Process” OR “Physiological Process, Cardiovascular” OR “Process, Cardiovascular Physiological” OR “Cardiovascular Physiologic Processes” OR “Physiologic Processes”, “Cardiovascular” OR “Processes, Cardiovascular Physiologic” AND (“*Electric Stimulation Therapy*”[Mesh]) OR “*Electric Stimulation*”[Mesh] OR Electric Stimulation Therapy OR “Stimulation Therapy, Electric” OR “Therapy, Electric Stimulation” OR “Electrotherapy” OR “Therapeutic Electric Stimulation” OR “Electric Stimulation, Therapeutic” OR “Stimulation, Therapeutic Electric” OR “Electrical Stimulation Therapy” OR “Stimulation Therapy, Electrical” OR “Therapy, Electrical Stimulation” OR “Therapeutic Electrical Stimulation” OR “Electrical Stimulation , Therapeutic” OR “Stimulation, Therapeutic Electric”.