



www4.fsanet.com.br/revista

Revista Saúde em Foco, Teresina, v. 6, n. 1, art. 1, p. 03-16, jan./jun.2019

ISSN Eletrônico: 2358-7946

<http://dx.doi.org/10.12819/rsf.2019.6.1.1>

Utilização da Estimulação Elétrica Funcional (FES) em Pacientes com Insuficiência Cardíaca: Revisão Sistemática

Use of Functional Electrical Stimulation (FES) in Patients with Heart Failure: Systematic Review

Joyce da Silva Quintal

Graduação em Fisioterapia pela Universidade Federal do Pará

Pós-graduanda em Fisioterapia Traumatológico-Ortopédica e Desportiva pela FINAMA

E-mail: joycefisio2017@outlook.com

Sâmia Renata Teixeira Guedes

Graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal do Pará

E-mail: samiaguedesfisio@yahoo.com.br

Keila de Nazaré Madureira Batista

Doutora em Medicina Tropical pela Universidade Federal do Pará

E-mail: Keila.madureira@gmail.com

Endereço: Joyce da Silva Quintal

Passagem Napoleão Laureano, nº 585 – CEP: 66073-640, Brasil.

Endereço: Sâmia Renata Teixeira Guedes

Rua Augusto Corrêa, 01 Portão 4 - Cidade Universitária José Silveira Neto, Setor Saúde, Guamá – CEP: 66.075-110 – Belém – Pará – Brasil.

Endereço: Keila de Nazaré Madureira Batista

Rua Augusto Corrêa, 01 Portão 4 - Cidade Universitária José Silveira Neto, Setor Saúde, Guamá – CEP: 66.075-110 – Belém – Pará – Brasil.

Editor-Chefe: Dr. Tonny Kerley de Alencar Rodrigues

Artigo recebido em 19/05/2019. Última versão recebida em 03/06/2019. Aprovado em 04/06/2019.

Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review pelo Editor-Chefe; e b) Double Blind Review (avaliação cega por dois avaliadores da área).

Revisão: Gramatical, Normativa e de Formatação



RESUMO

Introdução: A estimulação elétrica funcional (FES) é um recurso fisioterapêutico amplamente utilizado em diferentes condições patológicas, dentre elas a insuficiência cardíaca (IC). **Objetivo:** Revisar sistematicamente a literatura sobre os efeitos da FES no tratamento de pacientes com IC. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática com pesquisa na Lilacs/Scielo, Biblioteca Virtual Em Saúde (Bireme) e PubMed/Medline. Foram selecionados artigos publicados entre 1996 a 2016, em português e inglês e apenas estudos controlados aleatorizados. **Resultados:** Segundo os critérios de elegibilidade, foram selecionados 14 artigos para análise. Foi observado que o uso da eletroestimulação tem sido uma ferramenta útil na reabilitação de pacientes com algum tipo de IC, sendo utilizada tanto em ambulatórios como no ambiente hospitalar. **Conclusão:** O uso da eletroestimulação tem trazido muitos benefícios, entre os quais podemos citar o aumento de força muscular, condicionamento cardiorrespiratório, diminuição do tempo de internação hospitalar, além da melhora na capacidade funcional.

Palavras-chaves: Doença Cardíaca. Estimulação Elétrica. Revisão.

ABSTRACT

Introduction: Functional electrical stimulation (FES) is a physiotherapeutic resource widely used in different pathological conditions, among them heart failure (HF). **Objective:** Systematically Review the literature on the effects of FES in the treatment of patients with IC. **Methods:** A systematic review with research in Scielo, Lilacs/Virtual Health Library (Bireme) and PubMed/Medline. Selected articles published between 1996 to 2016, in Portuguese and English and only randomized controlled trials. **Results:** According to the eligibility criteria, 14 articles were selected for analysis. It was observed that the use of electrostimulation has been a useful tool in the rehabilitation of patients with heart failure, being used in clinics and hospital environment. **Conclusion:** The use of electrostimulation has brought many benefits, among which we can mention the increase of muscle strength, cardiorrespiratório conditioning, decreased hospitalization time, beyond the improvements in functional capacity.

Keywords: Heart Failure. Electric Stimulation. Review.

1 INTRODUÇÃO

A IC é uma complicação grave, geralmente progressiva e irreversível, que pode comprometer a maioria dos pacientes cardíacos e, especialmente, aqueles que padecem de doença coronária, hipertensão arterial, valvulopatias ou miocardiopatias. Seus sintomas clínicos incluem dispneia, fadiga e edema, que provocam grande desconforto aos seus portadores, com grande prejuízo da qualidade de vida e redução de sobrevida. Durante as últimas décadas, a IC tem se revelado como um dos problemas de saúde pública de maior envergadura, por sua crescente incidência, principalmente na população mais idosa. Dados demonstram que apenas no ano de 2012 houve 26.694 óbitos por IC no Brasil. Para o mesmo ano, das 1.137.572 internações por doenças do aparelho circulatório, em torno de 21% foram devidas à IC.

Durante a evolução da IC ocorre o remodelamento cardíaco, em consequência da perda e da alteração dos miócitos sobreviventes e matriz extracelular. O remodelamento ocorre em situações de eventos cardíacos, como o infarto agudo do miocárdio e alterações sistêmicas com repercussão na função sistólica. Estas alterações sistêmicas geram prejuízos no funcionamento dos pulmões, vasos sanguíneos, rins, músculos e outros órgãos. Isto ocorre em associação com a exacerbação do sistema neuro-humoral e do sistema renina-angiotensina-aldosterona. Em nível vascular, observa-se disfunção endotelial e alteração na macro e microcirculação, cujo resultado é o aumento da resistência periférica total e o comprometimento significativo da distribuição do fluxo sanguíneo. Em conjunto, estas alterações contribuem para a intolerância aos esforços em pacientes com IC.

A estimulação elétrica funcional (FES) consiste em uma estimulação rítmica do músculo esquelético utilizando eletrodos de superfície sobre a pele em uma intensidade que evoca contrações musculares visíveis. Esta produz adaptações positivas no músculoesquelético em pacientes incapazes de participar de treinamento físico tradicional e/ou programas de treinamento de resistência. Diversos estudos têm avaliado os efeitos da FES em pacientes com doenças cardiovasculares em especial na IC e apesar da existência de evidências de que o tratamento crônico com a FES traz melhoras na capacidade funcional, força muscular e força muscular respiratória, função endotelial e controle autonômico, não existem ainda muitos estudos sobre os efeitos agudos dessas intervenções e dos mecanismos relacionados à melhora observada no efeito crônico.

Essa pesquisa vem com o objetivo de analisar o efeito da estimulação elétrica funcional (FES), para fortalecimento muscular e condicionamento cardiopulmonar de pacientes com insuficiência cardíaca (IC).

2 METODOLOGIA

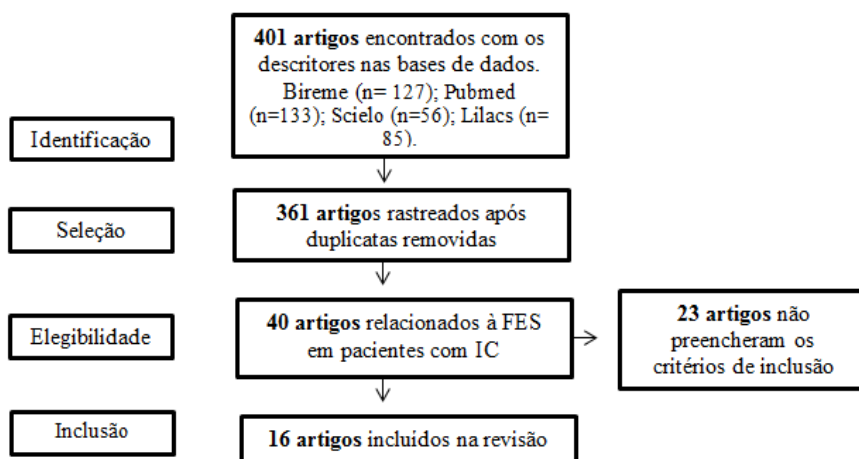
Essa pesquisa adere aos requisitos do PRISMA. Foi realizada revisão de literatura por meio de informações obtidas nas bases de dados indexados Lilacs/SciELO, Biblioteca Virtual Em Saúde (Bireme) e PubMed/Medline com cruzamento dos descritores cadastrados nos Descritores em Ciências da Saúde (Decs): *Functional Electrical Stimulation*, *Neuromuscular Electrical Stimulation*, *Heart*, *Heart Disease*.

Os critérios de inclusão foram: estudos controlados, artigos publicados entre 1996 a 2016, em português e inglês, artigos na íntegra e artigos de pesquisas sobre o uso da estimulação elétrica neuromuscular para fortalecimento muscular e condicionamento cardiopulmonar de pacientes com insuficiência cardíaca (IC). Foram excluídos artigos de revisão de literatura. A busca foi realizada de janeiro a junho de 2017.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 401 artigos a partir da busca com os blocos de conceitos e aplicação de filtros, sendo 127 da Biblioteca Virtual Em Saúde (Bireme), 133 do PUBMED, 56 da SciELO e 85 da Lilacs. De acordo com os critérios de inclusão e de exclusão foram selecionados 16 artigos para esta revisão bibliográfica (Figura 1).

FIGURA 1 - Fluxograma da seleção dos resultados baseados no Modelo Prisma



Para melhor apresentação dos resultados, optou-se por considerar os seguintes itens dos artigos selecionados: autores, ano de publicação, título, participantes e protocolos de intervenção usando FES. Os Resultados como podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1 - Visão geral dos estudos

Autores	Título do Artigo	Participantes	Protocolos de intervenção	Resultados
Nurh <i>et al.</i> (2004)	Beneficial effects of chronic low-frequency stimulation of thigh muscles in patients with advanced chronic heart failure.	34 pts com IC grave, sendo 29 homens e 5 mulheres com idade média 53 ± 10 anos. 2 pts foram excluídos (transplante). Grupo FES (15 pacientes) e Grupo Controle (17 pacientes).	Período: 4 h por dia, dividido em 2 h de manhã e 2 h noite, por 10 semanas (7 dias por semana). Grupo FES: intensidade até 100 mA, largura de pulso de 0,5 ms e uma frequência de 15 Hz. Grupo Controle: mesmo parâmetros, porém com a intensidade menor (sem contrações visíveis).	A capacidade funcional pelo pico de VO ₂ no grupo com a estimulação de baixa frequência aumentou de $9,6 \pm 3,5$ para $1,6 \pm 2,8$ ($p < 0,001$) e diminuiu de $10,6 \pm 2,8$ para $9,4 \pm 3,2$ ($p < 0,05$) no grupo controle. Em relação aos resultados do teste de caminhada De 6 minutos, no grupo de estimulação de baixa frequência os valores aumentaram ($p < 0,001$).
Fisher <i>et al.</i> (2016)	Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial.	34 pts que realizaram cirurgia cardiorádica e permaneceram na UTI por pelo menos 48 horas. 2 Grupos: Coorte A = pré-operatório, Coorte B = pós-operatório, subdividido em 4 grupos (Coorte A/NMES – 15 pts, Coorte A/Controle – 14 pts, Coorte B/NMES – 12 pts e Coorte B/Controle – 13 pts)	Período: 14 dias. Grupo NMES: Frequência de 66 Hz, largura de pulso de 0,4 ms. O ciclo de trabalho foi de 3,5 s ON e 4,5 s OFF. Grupo controle: os elctrodos foram aplicados, ligados ao estimulador, mas não foi fornecida eletricidade.	Os pacientes no grupo NMES recuperaram a força muscular mais rápido do que os pacientes do grupo controle. Nos três primeiros dias pós-operatórios houve uma correlação positiva entre a alteração da espessura da camada muscular e o balanço de fluido cumulativo ($r = 0,43$, $p = 0,01$).
Labrunée <i>et al.</i> (2013)	Acute electromyostimulation Decreases Muscle Sympathetic Nerve Activity in Patients with Advanced Chronic Heart Failure (EMSICA Study).	22 pts, com NYHA Classe III com ICC sistólica. Todos os pts receberam farmacoterapia. Protocolo A e protocolo B com 7 homens e 4 mulheres cada com idade média de $62,7 \pm 3,6$ e $34,4 \pm 3,8$, respectivamente.	Período: 3 horas Protocolo A: TENS com frequência de 80 Hz, largura de pulso a 200us. A duração total foi de 5 min alternando com 3 s (ON) e 3 s (OFF) e a intensidade (sem produzir contração muscular) Protocolo B: mesmos parâmetros exceto a frequência de 25 Hz e intensidade (contração muscular).	Tanto a TENS como a NMES conseguem reduzir a atividade do nervo simpático muscular ($63,5 \pm 3,5$ vs $69,7 \pm 3,1$ bursts / min, $p < 0,01$ após TENS e $51,6 \pm 3,3$ vs $56,7 \pm 3,3$ bursts / min, $p < 0,01$ após NMES). Nenhuma variação da pressão arterial, frequência cardíaca ou parâmetros respiratórios foi observada após a estimulação.

Araújo et al. (2012)	Effects of neuromuscular electrostimulation in patients with heart failure admitted to ward.	20 pacientes com IC com idade superior a 18 anos, com fração de ejeção do VE > 45% (ecocardiografia).	Período: duas vezes ao dia até a alta hospitalar. Grupo Intervenção: Exercícios respiratórios, exercícios dos MMII e MMSS em posição de bipedestação (3x10) e NMES (frequência de 20 Hz, largura de pulso de 200 us, o tempo total foi de 4 s e o tempo ON/OFF foi de 20 s). Grupo Controle: Mesmo protocolo de reabilitação funcional sem o NMES.	A distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos melhorou 75% no grupo de eletroestimulação (de 379,7 ± 43,5 a 372,9 ± 46,9 metros no grupo controle e de 372,9 ± 62,4 para 500 ± 68 metros no grupo da eletroestimulação, p<0.001). A distância percorrida no grupo controle não se alterou.
Karavidas et al. (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.	30 pcts, 18 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, com IC e redução da fração de ejeção VE > 50%, NYHA classe II-III, índice de volume diastólico final do VE < 97 mL/m ² , dilatação do átrio esquerdo, hipertrofia do VE e/ou disfunção diastólica do VE.	Período: 6 semanas. Grupo FES: frequência 25 Hz, duração 5 s (ON) e 5s (OFF). A intensidade (contração muscular visível). Grupo Placebo: mesmos parâmetros exceto a frequência de 5 Hz e a intensidade (sem contrações visíveis).	Houve uma melhoria significativa no grupo FES comparado ao grupo placebo no teste de caminhada de 6 minutos (f = 21,61, p = 0,001), no Minnesota living white heart failure questionnaire (f = 6,43, p = 0,017), no questionário de depressão de Beck (f = 6,66, p = .015)
Karavidas et al. (2006)	Functional electrical stimulation improves endothelial function and reduces peripheral immune responses in patients with chronic heart failure.	24 pcts com lesão VE e fração de ejeção menor que 40%, NYHA classe II-III. Grupo FES (16) e Grupo Controle (8).	Período: 6 semanas Grupo FES: Frequência 25 Hz durante 5 s subida e 5 s de repouso e intensidade para obter-se contração muscular visível. Grupo Controle: mesmo parâmetros, porém com a intensidade menor (sem contrações visíveis).	No grupo tratado com o FES houve uma melhoria significativa no teste de caminhada de 6 minutos (7,5 ± 3,3%), Minnesota Living Score (18,2 ± 8,6%) e (38,5 ± 15,1%), assim como a redução dos mediadores inflamatórios como TNF-α (- 11,5 ± 8,9%), sICAM-1 (- 13,1 ± 9,8%) e sVCAM-1 (- 10,6 ± 6,6%), bem como um respectivo aumento na proporção IL-10 / TNF-α (37,1 ± 29,4%).
Karavidas et al. (2008)	Effects of functional electrical stimulation on quality of life and emotional stress in patients with chronic heart failure secondary to ischaemic or idiopathic dilated cardiomyopathy: A randomised, placebo-	30 pcts com IC (idade média 62,8 ± 10,6 anos, 24 homens / 6 mulheres), fração de ejeção do VE inferior a 35% e NYHA classe II-III.	Período: 6 semanas Grupo FES: frequência 25 Hz, duração 5 s (ON) e 5s (OFF). A intensidade (contração muscular visível). Grupo Placebo: mesmo parâmetros, porém com a intensidade menor (sem contrações visíveis).	O grupo FES comparado ao grupo placebo teve uma melhoria significativa no Kansas city cardiomyopathy questionnaire (KCCQ) Funcional (f = 76.666, p<0.001) KCCQ global (F = 41.508, p<0.001), BDI (F = 17.768, p<0.001), Zung self-rating depression scale (f = 27.098, p<0.001). No grupo FES foi observado também aumento significativo no Teste de

controlled trial.				Caminhada de 6 minutos (f = 19,413, p<0.001).
Palau et al. (2016)	Inspiratory Muscle Training and Functional Electrical Stimulation for Treatment of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Rationale and Study Design of a Prospective Randomized Controlled Trial.	30 pcts (12 do sexo masculino e 18 do sexo feminino com idade de 68 ± 80), com IC, NYHA classe II-III/IV.	Período: 12 semanas. Grupo Treinamento Muscular Respiratório (TMI): Threshold com uma resistência igual a 25% a 30% da P _{Imáx} durante 20 minutos. Grupo FES: frequência (10-50 Hz) por 5 s (ON), seguido de 5 s (OFF) e intensidade para obter contração muscular visível. Grupo FES e TMI: Receberam ambos os tratamentos e Grupo Controle.	Neste estudo, o treinamento da musculatura inspiratória foi associado a um aumento significativo da média do VO ₂ pico de 3 mL / kg / min (De 9 ± 2,5 mL / kg / min para 12 ± 2,5 mL / kg / min). O FES foi associado a um aumento significativo da média de VO ₂ pico de 2 mL / kg / min (de 9,6 ± 3,5 mL / kg / min para 11,6 ± 2,8 mL / kg / Min)
Carvalho et al. (2011)	Hemodynamic response in one session of strength exercise with and without electrostimulation in heart failure patients: A randomized controlled trial.	20 pcts (10 do sexo masculino e 10 do sexo feminino) pcts sedentários de IC (idade média 51 ± 5 anos) com fração média de ejeção VE de 31 ± 5% (determinada por ECO) e pacientes saudáveis (50% da amostra).	Período: 1 semana Grupo FES: 50 Hz, largura de pulso de 400 us, com o ciclo ativo de trabalho de 20%. O tempo de subida e descida da corrente foi de 3 s de contração e 9 s de relaxamento + associado com flexão de joelho. Grupo controle.	Não houve alterações na pressão sanguínea sistólica e diastólica durante cada conjunto de exercícios entre os pacientes com IC ou no grupo controle. Com o uso da eletroestimulação, no grupo controle, a FC correspondente ao terceiro conjunto de exercícios (84 ± 9 bpm) foi diferente em relação à FC em repouso (80 ± 7 bpm, p = 0,016). Entre os pacientes com IC, não houve diferença estatística.
Groehs et al. (2016)	Muscle electrical stimulation improves neurovascular control and exercise tolerance in hospitalised advanced heart failure patients.	30 pcts, NYHA classe IV, fração de ejeção ≥ 30%, idade de 18 a 70 anos.	Período: 10 dias Grupo FES: Frequência de 10 Hz, largura de pulso de 150 ms, tempo de 20 s (ON) e 20 s (OFF) durante 60 min. A intensidade de 70 mA (contrações musculares visíveis) Grupo Controle: mesmo protocolo, exceto a intensidade que é de <20 mA.	A estimulação elétrica funcional diminuiu significativamente a atividade do nervo simpático muscular e aumentou o fluxo sanguíneo muscular, bem como a força muscular. Não foram encontradas alterações no grupo de controle. A distância percorrida (p <0.001) e a qualidade de vida aumentaram em ambos os grupos.

Deftereos et al. (2010)	Comparison of Muscle Functional Electrical Stimulation to Conventional Bicycle Exercise on Endothelium and Functional Status Indices in Patients With Heart Failure.	33 pcts selecionados. 31 completaram o período de 12 semanas de FES e treinamento de bicicleta (24 homens e 7 mulheres). IC com NYHA classe II-III, de origem isquêmica ou não isquêmica, com frações de ejeção $\leq 0,35$.	Período: 5 dias por semana, durante 6 semanas. Grupo FES: frequência 25 Hz, duração 5 s (ON) e 5s (OFF). A intensidade (contração muscular visível). Grupo Bicicleta Ergométrica: A intensidade (70% FC máx).	A FES resultou numa melhoria significativa na dilatação mediada pelo fluxo da artéria braquial (DMF) que aumentou de $5.9 \pm 0.5\%$ to $7.7 \pm 0.5\%$ (95% intervalo de confiança de 95% para a diferença de 1,5% to 2.3% $p < 0.001$). FES foi associado com um aumento relativo de 41% em DMF em comparação com 57% com exercício de bicicleta (intervalo de confiança de 95%).
Banerjee et al. (2009)	Prolonged Electrical Muscle Stimulation Exercise Improves Strength, Peak VO ₂ , and Exercise Capacity in Patients With Stable Chronic Heart Failure.	18 pcts (9 do sexo masculino, 9 do sexo feminino, com idade de 67 ± 9) com IC estável por disfunção sistólica do VE com sintomas da NYHA classe II-III.	Período: 8 a 18 semanas Frequência de 4Hz. A corrente de pulso é de 300 mA. Grupo A: intervenção (8 semanas), pausa (2 semanas), intervenção (8 semanas). Grupo B: foram submetidos às mesmas intervenções em um esquema reverso.	Os valores médios de consumo máximo de oxigênio (VO ₂), distância no teste de caminhada de 6 minutos, força do quadríceps e índice de massa corporal foram de 19.5 ± 3.5 ml/kg/min, 415.1 ± 56.6 m, 377.9 ± 110.4 N e 27.9 ± 3.1 kg/m ² , respectivamente. Depois do treino, pico VO ₂ aumentou para 21.2 ± 5.1 ml/kg/min, ($p < .05$).
Dobsák et al. (2010)	Electrical Stimulation of Skeletal Muscles An Alternative to Aerobic Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure?	30 pcts (7 mulheres, 23 homens, idade média $56,3 \pm 6$ anos) com ICC estável, NYHA classe II-III e uma fração média de ejeção ventricular esquerda (FEVE).	Período: 10 semanas Grupo FES: frequência de 10 Hz. Modo "on-off" (estímulo de 20 segundos, 20 segundos de repouso), largura de pulso de 200 ms e amplitude máxima de estimulação de 60 mA. Grupo Bicicleta Ergométrica	Observaram-se aumentos significativos em vários parâmetros funcionais em ambos os grupos. VO ₂ (Grupo FES: de $17,5 \pm 4,4$ mL / kg / min para $18,3 \pm 4,2$ mL / kg / min, $p < 0,05$); grupo bicicleta: de $18,1 \pm 3,9$ mL / kg / min a $19,3 \pm 4,1$ mL / kg / min, $p < 0,01$). Distância percorrida em 6 minutos (Grupo FES: de 398 ± 105 m para 435 ± 112 m, $p < 0,05$).
Harris et al. (2003)	A randomised study of home-based electrical stimulation of the legs and conventional bicycle exercise training for patients with chronic heart failure.	Pcts com IC estável e NYHA classe II-III. Grupo bicicleta (24 pcts), Grupo FES (22 pcts) com idade média de 61.8 ± 10.8 e 63.0 ± 10.0 , respectivamente.	Período: 6 semanas Grupo Bicicleta ergométrica: 70% FC Grupo FES: Frequência 25 Hz, durante 5 s por 5 s de repouso (Contração muscular visível).	No grupo estimulador, observaram-se aumentos significativos após o teste de caminhada de 6 minutos (40,6 m, IC 95% 28,2-53,0 m), tempo de exercício na esteira (67 s, IC 95% 11,8-121,8 s) 5,35 kg, IC 95% 1,53-9,17 kg) e força máxima nos MMII (0,10, IC 95% 0,04-0,17).

Sbruzzi et al. (2011)	Effects of low frequency functional electrical stimulation with 15 and 50 Hz on muscle strength in heart failure patients.	10 pcts com IC, NYHA classe II-III, fração de ejeção < 40%, terapia de medicação por pelo menos 1 mês. Pcts com idade de 61,4 ± 1,8 (Grupo Intervenção) e 12 voluntários saudáveis com 61,8 ± 1,1 (Grupo Controle).	Período: Grupo Intervenção: Frequência de 50 Hz. 10 s (TON), com intervalos de repouso de 50 s (TOFF). Largura de pulso 0,4 (ms). (Contração muscular visível). Grupo controle: foram submetidos às mesmas intervenções com uma frequência de 15 Hz.	O pico do torque isométrico do músculo (PTIM) diferiu da contração máxima voluntária (CMV) no FES 50 Hz e 15 Hz em pacientes (201,9 ± 14, 55,6 ± 13 e 42,1 ± 12 Newton-metro, respectivamente; p<0.001). Nos pacientes com IC e no grupo controle, respectivamente, os 50 Hz a FES correspondeu a 27% versus 35% e a 15 Hz a 21% versus 29% da PTIM gerada no CMV (p<0,001).
Karavidas et al. (2013)	Functional Electrical Stimulation is More Effective in Severe Symptomatic Heart Failure Patients and Improves Their Adherence to Rehabilitation Programs.	31 pcts com ICC. Grupo NYHA II: 18 pcts (Idade média de 64±7 anos, homens 14 Homens / 4 Mulheres) e Grupo NYHA III-IV: 13 pcts (idade média 61±13; 11 Homens / 2 Mulheres)	Período: 6 semanas Grupo NYHA II: NMES com frequência de 25 Hz durante 5 s (ON) e 5 s (OFF), além da intensidade para obter contrações musculares visíveis. Grupo NYHA III-IV: mesmo protocolo de intervenção.	O teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e o plasma tipo-B melhorou significativamente após o treinamento em ambos os grupos (p<0,001). Houve melhora estatisticamente significante no TC6 no grupo NYHA III-IV comparado ao NYHA II (F579.818, p<.001).

A partir da análise dos 16 estudos desta revisão, observou-se que todos analisavam algum aspecto da utilização do FES na reabilitação física em pacientes com IC; seja para fortalecimento muscular, seja para treino cardiopulmonar.

Nos pacientes com IC, os programas de reabilitação cardíaca têm contribuído para a diminuição dos déficits funcionais. Atualmente há muitos recursos que podem ser utilizados para o tratamento dos pacientes, dentre eles a estimulação elétrica funcional (FES) que tem sido utilizada e estudada como uma terapêutica que traz benefícios aos pacientes com IC.

O uso da FES baseia-se em vários estudos que demonstraram que o sistema musculoesquelético é afetado de forma significativa na IC, visto que em decorrência da falha da bomba cardíaca há alterações na relação ventilação-perfusão e consequente déficit de troca gasosa, que afetará a musculatura periférica, reduzindo a densidade volumétrica das mitocôndrias, densidade dos capilares e quantidade de enzimas oxidativas. O declínio muscular apresenta-se não somente em membros inferiores e superiores, mas também na musculatura respiratória, gerando os sintomas incapacitantes da IC.

Um grupo de pesquisadores coordenado por (KARAVIDAS *et al.*, 2013) realizaram diversos estudos nos anos de 2006, 2008, 2010 e 2013, com a utilização da FES em pacientes com IC diferindo apenas nos objetivos específicos propostos, contudo todos verificaram a capacidade cardiopulmonar através do TC6. O protocolo de intervenção é o mesmo:

frequência de 25 Hz durante 5 segundos “on” e 5 segundos “off”, além da intensidade para obter contrações musculares visíveis.

No estudo de 2006, investigou-se se a FES nos músculos esqueléticos dos membros inferiores pode melhorar a disfunção endotelial avaliada por meio da dilatação fluxo-mediada da artéria braquial (DFM), reduzir a ativação imune relacionada ao endotélio periférico e ganho da capacidade funcional (Teste de caminhada de 6 minutos – TC6) em pacientes com IC moderada a grave. Em relação ao TC6, a aplicação do protocolo acima constatou uma melhoria significativa ($7,5 \pm 3,3\%$) dos pacientes que utilizaram a FES. Estas adaptações benéficas estavam intimamente relacionadas com uma melhoria na capacidade oxidativa nos músculos periféricos, ocasionada pelo aumento na capacidade de exercício fornecida pela estimulação elétrica funcional para pacientes com IC, o que comprova a resolubilidade da terapêutica nessa população.

Outro estudo que avaliou a capacidade funcional através do TC6 foi Araújo *et al.* (2012) no qual o objetivo foi investigar a influência da eletroestimulação neuromuscular na distância percorrida no TC6 de pacientes com IC durante a internação hospitalar. Utilizou-se a FES como terapêutica complementar (parâmetros: frequência de 20 Hz, duração do pulso de 200 μ s. O tempo de subida e descida da corrente foi de 4s e o tempo de contração/relaxação foi de 20s) inserida no protocolo de intervenção de um programa de reabilitação pulmonar que consiste em: cinesioterapia, treinamento muscular respiratório (Threshold) e a própria estimulação elétrica funcional. Como resultado, a distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos melhorou 75% no grupo de eletroestimulação, a distância percorrida no grupo controle não se alterou. Com esse estudo pode-se observar que os pacientes graves que estão internados em uma unidade de terapia intensiva se beneficiam com a terapêutica da FES para o aumento da capacidade de exercício advinda do fortalecimento muscular fornecido pela estimulação elétrica.

Em um estudo mais recente, Palau *et al.* (2016) realizaram um estudo no qual foram aplicados dois protocolos de intervenção em quatro grupos (Grupo Treinamento Muscular Respiratório (TMI): Threshold com uma resistência igual a 25% a 30% da P_{Imáx} durante 20 minutos), Grupo FES (frequência (10-50 Hz) por 5 segundos “on”, seguido de 5 segundos “off” e intensidade para obter contração muscular visível durante 30 minutos), Grupo FES e TMI e Grupo Controle. Os resultados mostraram que o treino musculatura inspiratória foi associado a um aumento significativo da média do VO₂ de pico de 3 ml/kg/min, assim como o uso da FES ocasionou aumento da média de VO₂ pico de 2 ml/kg/min.

A fraqueza e a fadiga dos músculos em pacientes com IC também se apresentam no músculo diafragma, o que afeta a capacidade dos pacientes de manterem a ventilação aumentada observada em repouso ou durante o exercício, alterando a sensação de dispneia. Portanto, o exercício melhora significativamente esse quadro em pacientes com IC (OLSON *et al.*, 2014).

No estudo de Fisher *et al.* (2016) o objetivo foi investigar se a FES previne perda de espessura da camada muscular (ECM) e força, observando a variação temporal da ECM e da força do dia pré-operatório à alta hospitalar. O protocolo utilizado teve 0,4 ms de duração do pulso a 66 Hz. A avaliação da ECM foi realizada através da ultrassonografia bidimensional. Em seus resultados não houve diferenças entre o grupo FES e o grupo controle na avaliação de ECM, porém os participantes do grupo FES recuperaram a força 4,5 mais rápido do que no grupo controle.

Groehs *et al.* (2016) testaram a hipótese de que a FES em membros inferiores diminuiria a atividade do nervo simpático muscular (Microneurografia - MSNA) como no estudo de Labrunée *et al.* (2013) e aliviaria a vasoconstrição (DFM) em pacientes hospitalizados por IC, além de incrementar na força muscular, a tolerância ao exercício e a qualidade de vida (*Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*). Como resultado, a estimulação elétrica funcional diminuiu significativamente a atividade do nervo simpático muscular e aumentou o fluxo sanguíneo muscular, bem como a força muscular.

A partir da análise dos artigos, observou-se que os parâmetros de estimulação, como frequência e largura de pulso, variam muito de estudo para estudo, não possuindo um protocolo estabelecido para tratamento em pacientes com IC, mas mesmo assim em 90% dos estudos analisados foram mostradas melhoras no ganho de força, capacidade funcional e cardiopulmonar com a utilização da FES.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados e a partir do referencial teórico analisado, pode-se afirmar que a estimulação elétrica funcional (FES) traz consigo vários benefícios aos pacientes com insuficiência cardíaca (IC), pois esses pacientes apresentam diminuição da massa muscular, bem como diminuição na resistência cardiorrespiratória, limitando a capacidade física.

Os estudos apresentaram a FES como uma terapia única ou complementar a outras terapêuticas utilizadas para o tratamento de pacientes com insuficiência cardíaca (IC). Os

parâmetros utilizados na estimulação ainda diferem entre os estudos, bem como as características metodológicas de cada estudo, como tempo de intervenção, tipo de insuficiência cardíaca, randomização, grupo controle, entre outras variáveis. Porém, apesar disso, os estudos mostram que a FES traz resultados significantes na capacidade cardiorrespiratória bem como na capacidade funcional, verificados através do teste de caminhada de 6 minutos (TC6) que foi um item avaliado na maioria dos estudos, bem como resultados nos testes ergoespirométricos, denotando o incremento no pico de VO. Além de ganhos na força muscular e nas respostas imunes e inflamatórias.

Mesmo com os estudos já existentes sobre o assunto, é importante reforçar que sejam realizados mais estudos, a fim de elucidar de forma mais clara os efeitos positivos da FES nessa patologia. Sendo importante estabelecer um consenso a respeito dos protocolos de eletroestimulação utilizados nos estudos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. J *et al.* Effects of neuromuscular electrostimulation in patients with heart failure admitted to Ward. **Journal of Cardiothoracic**, n.7, p.124, 2012.
- BANERJEE, P *et al.*, Prolonged Electrical Muscle Stimulation Exercise Improves Strength, Peak VO₂, and Exercise Capacity in Patients With Stable Chronic Heart Failure. **Journal of Cardiac Failure**, v. 15, n. 4, 2009.
- CARVALHO, V. O *et al.* Hemodynamic response in one session of strength exercise with and without electrostimulation in heart failure patients: A randomized controlled trial. **Cardiology Journal**, v. 18, n. 1, p. 39–46, 2011.
- DATASUS, Available in: www.datasus.saude.gov.br. Access: 13 de outubro, 2016.
- DEFTEREOS, S *et al.* Comparison of Muscle Functional Electrical Stimulation to Conventional Bicycle Exercise on Endothelium and Functional Status Indices in Patients With Heart Failure. **J Cardiol**, v.106, p.1621–1625, 2010.
- DOBSÁK, P *et al.* Electrical Stimulation of Skeletal Muscles An Alternative to Aerobic Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure? **Int Heart J**, v.43, n.3, 2006.
- FISCHER, A *et al.* Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. **Critical Care**, p. 2-11, 2016.
- GALVÃO, T. F; PANSANI T. S. A; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação PRISMA. **Epidemiol Serv Saúde**; v. 24, n. 2, p. 335-42, 2015.

GAUI E, M; OLIVEIRA G. M. M; KLEIN, C. H. Mortalidade por Insuficiência Cardíaca e Doença Isquêmica do Coração no Brasil de 1996 a 2011. **Arq Bras Cardiol.**, v. 102, n. 6, p. 557-565, 2011.

GOSKER, H. R *et al.* Striking similarities in systemic factors contributing to decreased exercise capacity in patients with severe chronic heart failure or COPD. **Chest**; v. 123, n. 5, 2003

GROEHS, R. V *et al.* Muscle electrical stimulation improves neurovascular control and exercise tolerance in hospitalized advanced heart failure patients. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 23, n.15, p.1599–1608, 2016.

HARRIS, S *et al.* A randomised study of home-based electrical stimulation of the legs and conventional bicycle exercise training for patients with chronic heart failure. **European Heart Journal**, v.24, p. 871–878, 2003.

KARAVIDAS, A *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. **American Heart Journal**, v.166, n. 4, 2013.

KARAVIDAS, A *et al.* Effects of functional electrical stimulation on quality of life and emotional stress in patients with chronic heart failure secondary to ischaemic or idiopathic dilated cardiomyopathy: A randomised, placebo-controlled trial. **European Journal of Heart Failure**, v.10, p. 709–713, 2008.

KARAVIDAS A *et al.* Functional Electrical Stimulation is More Effective in Severe Symptomatic Heart Failure Patients and Improves Their Adherence to Rehabilitation Programs. **Journal of Cardiac Failure**, v. 16, n. 3, 2010.

KARAVIDAS, A. I *et al.* Functional electrical stimulation improves endotelial function and reduces peripheral immune responses in patients with chronic heart failure. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v.13, p.592–597, 2006.

LABRUNÉE, M *et al.* Acute electromyostimulation Decreases Muscle Sympathetic Nerve Activity in Patients with Advanced Chronic Heart Failure (EMSICA Study). **PLoS ONE**, v.8, p.1-7, n.11, 2013.

NAGAI, T *et al.* Comparisons of the skeletal muscle metabolic abnormalities in the arm and leg muscles of patients with chronic heart failure²⁰. **Circ J.** 04; v. 68, n. 6, p. 573-9, 2007.

NICOLODI, G. V. **Efeitos agudos da estimulação elétrica funcional e do treinamento muscular inspiratório no controle autonômico em pacientes com insuficiência cardíaca: Ensaio Clínico Randomizado Cruzado** [Dissertação]. Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, p 159-166, 2016.

NUHR, M. J *et al.* Beneficial effects of chronic low-frequency stimulation of thigh muscles in patients with advanced chronic heart failure. **Eur Heart J.**, v.25, n.2, p.136-43, 2004.

OLSON, T. P *et al.* Influence of locomotor muscle afferent inhibition on the ventilatory response to exercise in heart failure. **Exp Physiol.**, n .99, p. 414-426, 2014.

PALAU, P *et al.* Inspiratory Muscle Training and Functional Electrical Stimulation for Treatment of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Rationale and Study Design of a Prospective Randomized Controlled Trial. **Clin. Cardiol.**, v.39, n.8, p.433–439, 2016.

SBRUZZI G *et al.* Effects of low frequency functional electrical stimulation with 15 and 50 Hz on muscle strength in heart failure patients. **Disability and Rehabilitation**, v.33, n.6, p.486–493, 2011.

SHIMIZU, Y *et al.* Development of the performance measure for activities of daily living-8 for patients with congestive heart failure: a preliminary study. **Gerontology**; v. 56, n. 5, p. 459-66, 2010.

Como Referenciar este Artigo, conforme ABNT:

QUINTAL, J. S; GUEDES, S. R. T; BATISTA, K. N. M. Utilização da Estimulação Elétrica Funcional (FES) em Pacientes com Insuficiência Cardíaca: Revisão Sistemática. **Rev. Saúde em Foco**, Teresina, v. 6, n. 1, art. 1, p. 03-16, jan./jun.2019.

Contribuição dos Autores	J. S. Quintal	S. R. T. Guedes	K. N. M. Batista
1) concepção e planejamento.	X	X	X
2) análise e interpretação dos dados.	X	X	X
3) elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo.	X	X	
4) participação na aprovação da versão final do manuscrito.	X		X