

**FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA  
CURSO DE BACHARELADO EM FISIOTERAPIA**

**JOSE RAILSON ROCHA DA SILVA**

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO EM  
PACIENTES COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**JOÃO PESSOA**

**2021**

JOSE RAILSON ROCHA DA SILVA

EFEITOS DO TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO EM  
PACIENTES COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
faculdade Nova Esperança como parte dos  
requisitos exigidos para a conclusão do curso de  
bacharelado em Fisioterapia.

**Orientador:** Prof. Me. Dyego Anderson Alves de Farias

**JOÃO PESSOA**

**2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S58e

Silva, Jose Railson Rocha da  
Efeitos do treinamento com restrição do fluxo sanguíneo em  
pacientes com insuficiência cardíaca: uma revisão sistemática /  
Jose Railson Rocha da Silva. – João Pessoa, 2021.  
23f.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Dyego Anderson Alves de Farias.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia)  
– Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Oclusão Terapêutica. 2. Insuficiência Cardíaca. 3.  
Reabilitação Cardíaca. 4. Exercício Aeróbico. 5. Exercício  
Resistido. I. Título.

CDU: 615.8

JOSE RAILSON ROCHA DA SILVA

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO EM  
PACIENTES COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado pelo aluno Jose Railson Rocha Da Silva do Curso de Bacharelado em Fisioterapia, tendo obtido o conceito \_\_\_\_\_, conforme a apreciação da Banca Examinadora.

João Pessoa, 02 de Dezembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Dyego Anderson Alves de Farias - Orientador

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança

---

Prof. Dr. Gabriel Rodrigues Neto – Membro

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança

---

Prof. Dra. Renata Ramos Tomaz - Membro

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Rosa Rocha da Silva, que em meio a tantas dificuldades sempre lutou e trabalhou para oferecer o melhor para mim e seus filhos, e por sempre estar presente em todos os momentos da minha vida. Desejo um dia retribuir tudo o que fez e continua fazendo por mim. Sei como foi ruim para senhora eu ter vindo morar em João Pessoa, desculpe-me por te deixar sozinha. Hoje, você tem seu primeiro filho formado, espero ter dado um pouco de orgulho. É TUDO POR VOCÊ, MÃE.

## AGRADECIMENTOS

A minha família, meu pai Jose Orlando Araújo Da Silva, pelo apoio que recebi nos últimos anos. Aos meus irmãos, Jose Ronaldo, Jose Romário, Rosangela Rocha e Rosivania Rocha. Apesar das nossas diferenças, cada um de vocês foi importante para este momento.

As minhas amigas, “A DIVINA TRINDADE”, Ruri Miranda e Mayara Letícia. Obrigado por todos os sonhos compartilhados, as alegrias, os medos, as inseguranças, a confiança, A AMIZADE. Sei que não sou uma pessoa fácil, mas vocês me suportaram; sou uma pessoa melhor graças a vocês. Não sei o que o futuro nos reserva, mas de uma coisa eu tenho certeza, não teria continuado minha graduação sem vocês e sempre lembrarei de vocês. ETERNAMENTE G3.

Ao meu amigo do ensino médio e companheiro das feiras de ciências, Karlos Eduardo, obrigado pela ajuda, conversas de incentivo e por não ter deixado a nossa amizade apagar com o tempo. Admiro a pessoa que se tornou hoje.

Ao meu orientador, Me. Dyego Anderson Alves de Farias, pelo apoio e tempo dedicado para realização deste trabalho, sei que foi difícil aceitar esse tema “doido”, mas conseguimos. Você é um excelente professor e foi fundamental para eu ter gostado da área da cardiorrespiratória/UTI. Um exemplo de profissional que quero me tornar.

Ao brilhante professor, Dr. Gabriel Rodrigues Neto, que foi uma variável SINE QUA NON em minha formação, o pouco que sei sobre ciência apreendi com você. Obrigado pelas oportunidades e ensinamentos.

À maravilhosa, Dra. Renata Ramos Tomaz, por todos os ensinamentos dos últimos meses, pelas conversas, conselhos e palavras de incentivo. Fico feliz e honrado em ter você em minha banca e pela oportunidade de aprender com uma FISIOTERAPEUTA DE EXCELÊNCIA.

À professora, Dra. Simoni Teixeira Bittar, por ter contribuído na construção do TCC I e por ser uma pessoa maravilhosa e atenciosa com seus alunos.

Ao amigo, Willams Francisco do nascimento, pela ajuda quando fiquei sem ter onde morar. Obrigado!

Aos amigos que conquistei no trabalho, Anna Kelly e Thalisson Ricardo. Obrigado pelos bons momentos, vocês deixaram tudo mais leve.

Aos amigos e colegas, Andreina Miranda, Álvaro Henrique, Candida Carneiro, Anderton Oliveira e Nathalia Emilly. Vocês representam algo de positivo para mim.

A todos os professores que contribuíram em minha formação com conhecimentos e palavras de incentivo, em especial Douglas Pereira, Laura veloso, Camila Figueiredo e Meryeli Santos.

Ao Grupo de Pesquisa em Saúde e Desempenho Humano, pela aprendizagem e troca de conhecimentos.

À coordenadora, Dra. Danyelle Nóbrega de Farias, por todo apoio e orientações durante minha formação.

A Faculdade de Enfermagem Nova Esperança-FACENE, pelo suporte em minha formação profissional.

Gostaria de agradecer imensamente ao garotinho que no dia 06/02/2017, resolveu sair de casa e mesmo depois de tudo que passou não desistiu. Pela coragem que teve, e se permitiu viver momentos incríveis. Obrigado, RAILSON/ FISIOTERAPEUTA RAILSON SILVA.

*“Sempre tive muitas dúvidas sobre o que fazer com a minha vida, mas sempre soube que queria fazer algo importante, ser parte de algo importante. Hoje, durante esses quatro anos de alguma forma, em algum lugar, em algum momento eu conquistei essa importância”.*

(Railson Silva)



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**AC** – Alta carga

**AI** – Alta intensidade

**BC** – Baixa carga

**CI** – Condicionamento isquêmico

**FM** – Força muscular

**IC** – Insuficiência cardíaca

**MI** – Moderada intensidade

**NYHA** – New York Heart Association

**PH** – Potencial de hidrogênio

**PNC** – Peptídeo natriurético cerebral

**QV** – Qualidade de vida

**RC** – Reabilitação cardíaca

**RFS** – Restrição do fluxo sanguíneo

**TA** – Treinamento aeróbico

**TR** – Treinamento resistido

**VO2 PICO** – Consumo de oxigênio de pico

## SUMÁRIO

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>         | <b>11</b> |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b> | <b>12</b> |
| <b>RESULTADOS.....</b>         | <b>13</b> |
| <b>DISCUSSÃO.....</b>          | <b>17</b> |
| <b>CONCLUSÃO.....</b>          | <b>19</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>        | <b>20</b> |

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO  
SANGUÍNEO EM PACIENTES COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**EFFECTS OF BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING IN  
PATIENTS WITH HEART FAILURE: A SYSTEMATIC REVIEW**

Jose Railson Rocha Da Silva<sup>1</sup>

Dyego Anderson Alves de Farias<sup>2</sup>

**RESUMO**

O presente estudo revisou as evidências científicas disponíveis sobre os efeitos do treinamento com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) em pacientes com insuficiência cardíaca (IC). Foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas National Library of Medicine (PubMed), Web of Science<sup>TM</sup> e Scopus considerando o período de janeiro de 1990 a outubro de 2021. A análise dos dados foi realizada com base em uma revisão crítica dos artigos selecionados. Dos 1.642 artigos identificados, 1640 artigos foram excluídos pelo título e resumo. Assim, após aplicação dos critérios de elegibilidade 02 artigos foram selecionados para compor esta revisão. Um estudo evidenciou que o treinamento aeróbico (TA) associado com a RFS promoveu aumento do consumo de oxigênio de pico e reduziu a concentração de peptídeo natriurético cerebral em pacientes com IC e um estudo investigou o efeito do treinamento resistido (TR) combinado com a RFS sobre a força muscular, capacidade funcional, função mitocondrial esquelética e a qualidade vida. A análise dos estudos fornece informações de que o TA e o TR combinado com a RFS demonstra ser um método de treino promissor em pacientes com IC. Entretanto, o reduzido número de artigos identificados e a baixa qualidade dos mesmo são insuficientes para fazer recomendações abrangentes sobre a aplicação da RFS na prática clínica diária, tornando-se necessário desenvolver mais estudos para avaliar seus efeitos e segurança.

**Palavras-chave:** oclusão terapêutica, insuficiência cardíaca, reabilitação cardíaca, exercício aeróbico, exercício resistido.

**ABSTRACT**

The present study reviewed the available scientific evidence on the chronic effects promoted by EA with RFS and ER with RFS in patients with HF. Searches were performed in the National Library of Medicine (PubMed), Web of Science<sup>TM</sup> and Scopus electronic databases

---

<sup>1</sup> Graduado em Bacharelado em Fisioterapia, Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE. CEP: 58052-310, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

\*Autor correspondente: joserailsonsilva335@gmail.com.  
ORCID ID: 0000-0002-5236-9681

<sup>2</sup> Fisioterapeuta. Mestre em Modelos de Decisão e Saúde. Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE. CEP: 58067-695, João Pessoa, Paraíba, Brasil.  
ORCID ID: 0000-0001-6810-7144.

considering the period from January 1990 to October 2021. Data analysis was performed based on a critical review of selected articles. Of the 1,642 articles identified, 1640 articles were excluded by title and abstract. Thus, after applying the eligibility criteria 02 were selected to compose this review. One study showed that AE associated with RFS promoted an increase in peak VO<sub>2</sub> and reduced BNP concentration in patients with HF and one study investigated the effect of ER combined with RFS on muscle strength, FC, skeletal mitochondrial function and quality life. Analysis of the studies provides information that EA and ER combined with RFS proves to be a promising training method in patients with HF. However, the small number of articles identified and their low quality are insufficient to make comprehensive recommendations on the application of RFS in daily clinical practice, making it necessary to develop more studies to assess its effects and safety.

**Keywords: therapeutic occlusion, heart failure, cardiac rehabilitation, aerobic exercise, resistance exercise.**

## INTRODUÇÃO

Para pacientes com insuficiência cardíaca (IC), a prescrição de exercício físico é um componente indispensável nos programas de reabilitação cardíaca (RC), capaz de melhorar a capacidade de exercício e a qualidade de vida (QV)<sup>1</sup>, bem como reduzir o número de internações hospitalares.<sup>2</sup> De acordo com o American College of Cardiology, a realização do treinamento aeróbico (TA), de moderada intensidade (MI), cinco dias por semana (50% a 69% da frequência cardíaca alvo) ou o TA de alta intensidade (AI) realizado três dias na semana (70% a <90% da frequência cardíaca alvo) e associado com treinamento resistido (ER), que são, comumente, sugeridos na literatura para essa população.<sup>3</sup>

Entretanto, os pacientes com IC apresentam baixa tolerância ao exercício físico<sup>4</sup>, e além de comorbidades associadas<sup>5</sup>, o que pode prejudicar a adesão aos exercícios recomendados. Nesse contexto, o treinamento com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) parece ser uma alternativa ao TA de AI e ao TR de alta carga (AC). Esse método de treino consiste em aplicar um manguito inflável na região proximal dos membros em exercício (coxa ou braço) com baixa carga (BC), geralmente entre 20% - 40% 1RM e em curto período de tempo.<sup>6</sup>

Estudos de Abe et al.<sup>7</sup> e Center et al.<sup>8</sup> evidenciaram que a RFS combinada com o TA foi capaz de melhorar a força muscular (FM) e a função física, como também promover adaptações neuromusculares e metabólicas positivas na população jovem.<sup>9</sup> E, associada com o TR, a RFS proporcionou aumento da força e hipertrofia muscular mesmo com baixo percentual de carga.<sup>10, 11</sup> No entanto, a maioria dos estudos analisados foram desenvolvidos com participantes

jovens e idosos saudáveis, não ficando claro, até o momento, a efetividade e a segurança da aplicação da RFS em pacientes com IC. Portanto, este estudo tem como objetivo revisar, sistematicamente, as evidências científicas disponíveis sobre os efeitos do treinamento com RFS em pacientes IC.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para identificação dos artigos foram utilizadas as bases eletrônicas National Library of Medicine (PubMed), Web of Science™ e Scopus considerando o período de janeiro de 1990 a outubro de 2021.

Para realização das buscas foram utilizados em inglês, os seguintes descritores/termos/operadores: (*blood flow restriction training*) OR (*blood flow restriction exercise*) OR (*vascular occlusion training*) AND (*heart failure*). Adotou-se como critério de inclusão, a originalidade do artigo e o fato da pesquisa ser desenvolvida com seres humanos, publicado em periódico indexado nas bases utilizadas, amostras com faixa etária de 18 a 80 anos e que avaliassem os efeitos agudos ou crônicos promovidos pelo exercício resistido ou aeróbico combinado com a RFS em pacientes com IC. Os artigos foram excluídos se (a) tivessem pontuação inferior a quatro na escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro); (b) artigos de revisão; (c) artigos de pontos de vista / opiniões de especialistas; e (d) artigos de estudos de caso.

Dois pesquisadores realizaram a busca nas bases de dados de forma independente, e posteriormente, estes achados foram confrontados. Diante de alguma discordância, um terceiro avaliador foi chamado com objetivo de estabelecer um consenso. Para triagem, foi realizada a leitura do título e o resumo dos artigos identificados. Assim, os estudos em que o título e o resumo apresentaram informações suficientes foram obtidos. Todos os artigos foram lidos na íntegra. Foi realizada uma revisão nas referências desses artigos com intuito de identificar algum estudo potencialmente relevante que não havia sido identificado na busca eletrônica.

A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada pela escala PEDro (<http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au>), the Physiotherapy Evidence Database. A escala PEDro tem pontuação total máxima de 11 pontos e inclui critérios de validade interna e que poderão conter informações estatísticas suficientes para que os seus resultados possam ser interpretados. Cada item composto na escala, caso atenda ao critério de validade, é atribuído um ponto, e zero em sua ausência. A escala PEDro contém os seguintes critérios: (a) critérios de elegibilidade

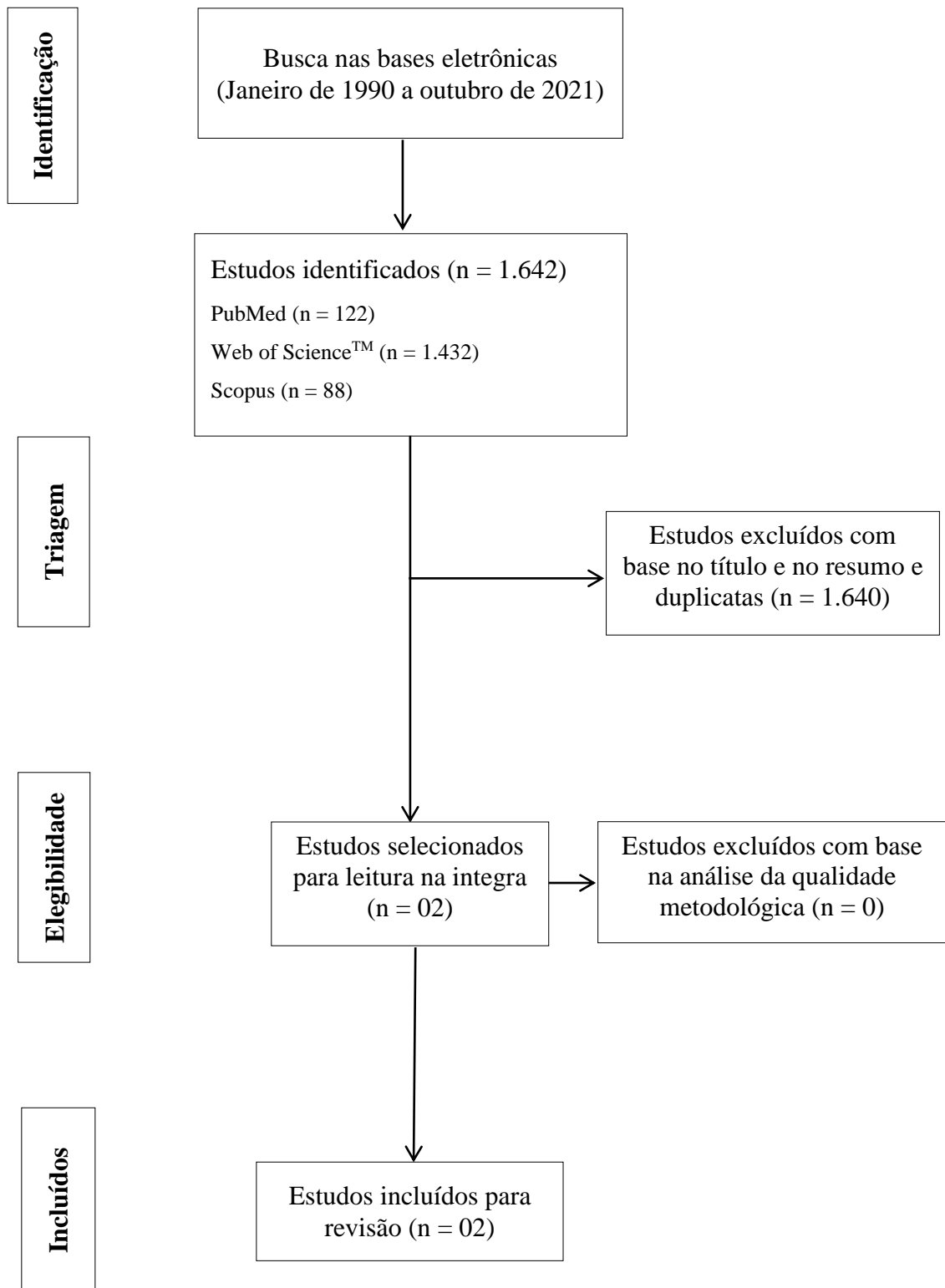
especificados (critério não pontuado); (b) alocação aleatória; (c) alocação oculta; (d) grupos semelhantes na linha de base; (e) cegamento dos sujeitos; (f) cegamento dos terapeutas; (g) cegamento dos avaliadores; (h) mensuração de, pelo menos, um desfecho primário, que foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos alocados; (i) análise de intenção de tratar; (j) comparações estatísticas entre grupos de, no mínimo, um desfecho primário; (k) pontos de medição e dados de variabilidade para, ao menos, uma variável primária.<sup>12</sup>

A análise dos dados foi realizada com base em uma revisão crítica do conteúdo, utilizando os seguintes critérios: título, resumo, fundamento, objetivos, protocolo, risco de viés entre os estudos, características do estudo, resultados de estudos individuais, limitações e conclusões.

## **RESULTADOS**

A síntese dos resultados dos estudos foi apresentada com base em um roteiro estruturado que considerou os seguintes componentes: (a) autor e (ano) do estudo; (b) assuntos; (c) variável; (d) protocolo de exercícios; (e) intensidade; (f) volume de exercício; (g) intervalo entre as séries; (h) pressão RFS usada durante o exercício; (i) tempo RFS e (j) largura do manguito e (k) resultados principais.

Dos 1.642 artigos identificados, 1640 artigos foram excluídos pelo título e resumo. Assim, foram selecionados 02 artigos para leitura na íntegra. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, os 02 artigos foram selecionados e esse processo foi baseado na análise da qualidade metodológica dos estudos. Foi realizada uma avaliação dos efeitos do Treinamento com RFS em pacientes IC. O processo de seleção dos estudos está descrito na Figura 1.



**FIGURA 1** Fluxograma do processo de seleção dos estudos

## TA com RFS em pacientes com IC

Em relação ao TA, apenas um estudo investigou seu efeito com a RFS em pacientes com IC.<sup>13</sup> Nesse estudo, 30 homens foram divididos para realizarem cicloergometria na intensidade de 40-70% do consumo de oxigênio de pico (VO<sub>2</sub> de pico) por 15 min, três vezes por semana, durante seis meses com e sem RFS. Os autores demonstraram que após o período de treinamento o grupo com RFS melhorou a capacidade de exercício, observado pelo aumento do VO<sub>2</sub> de pico, e foi capaz de reduzir os níveis de peptídeo natriurético cerebral (PNC), sem efeito adverso descrito. A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados do estudo.

**TABELA 1:** TA com RFS em pacientes com IC

| <b>Autor<br/>(Ano)</b>               | Tanaka e Takarada<br>(2018)                         |
|--------------------------------------|---|
| <b>Características dos Sujeitos:</b> |   |
| Gênero                               | 15 homens   |
| Idade                                | 58,5 ± 11,2   |
| NYHA                                 | I-II  |
| <b>Variáveis</b>                     | VO <sub>2</sub> pico e PNC                          |
| <b>Protocolo de exercício:</b>       |   |
| EX                                   | CIC   |
| FE                                   | CICLO   |
| VE                                   | —   |
| <b>Intensidade</b>                   | 40-70% VO <sub>2</sub> pico + RFS                   |
| <b>Frequência</b>                    | 3x semana   |
| <b>Duração do estudo</b>             | 6 meses   |
| <b>Volume de exercício:</b>          |   |
| Duração                              | 15 min  |
| Aquecimento                          | 5 min   |
| <b>Contínuo/intermitente</b>         | Contínuo  |
| <b>Intervalo</b>                     | —   |
| <b>PADE</b>                          | 40-80 ↑ mmhg PAS                                    |
| <b>LM (cm)</b>                       | (90x700)  |
| <b>Resultados</b>                    | ↑ VO <sub>2</sub> pico e ↓ PNC no protocolo com RFS |
| <b>PEDro</b>                         | 04/10   |

NYHA = New York Heart Association; VO<sub>2</sub>pico = consumo de oxigênio de pico; PNC = peptídeo natriurético cerebral EX = exercício; FE = forma de execução; VE = velocidade de execução; CIC = ciclismo, CICLO = cicloergômetro; -- = não informado; RFS = restrição do fluxo sanguíneo; PADE = pressão aplicada durante o exercício; ↑ = aumento significativo; PAS = pressão arterial sistólica; LM = largura do manguito; ↓ = redução significativa; PEDro = Physiotherapy Evidence Database.



## TR com RFS em pacientes com IC

Quando observado o TR com a RFS, um único estudo foi desenvolvido. Groennebaek et al.<sup>14</sup> randomizaram 36 pacientes para um grupo controle, com RFS e um grupo de treinamento com condicionamento isquêmico (CI). O grupo com RFS realizou quatro séries de extensão de joelho bilateral até o ponto de fadiga voluntária, com uma carga correspondente de 30% de 1RM durante seis semanas. Concluíram que, os pacientes do protocolo com RFS, mas não os do grupo controle ou o CI, aumentaram a força muscular isométrica de extensores do joelho, capacidade funcional (CF), melhoraram a função mitocondrial e síntese de ribossomos do músculo esquelético e a QV. O exercício com RFS foi bem tolerado e sem efeito adverso grave relatado. A Tabela 2 apresenta a síntese dos resultados do estudo.

**TABELA 2:** TR com RFS em pacientes com IC

|                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| <b>Autor (Ano)</b>                   | Groennebaek et al. (2019)  |
| <b>Características dos Sujeitos:</b> |                            |
| Gênero                               | 10 homens e 2 mulheres     |
| Idade                                | 66 ± 7                     |
| NYHA                                 | I-II                       |
| <b>Variáveis</b>                     | QV, CF, FMIEJ e FM         |
| <b>Protocolo de exercício:</b>       |                            |
| EX                                   | EJ                         |
| FE                                   | Bilateral                  |
| VE                                   | —                          |
| <b>Intensidade</b>                   | 30% 1RM + RFS              |
| <b>Frequência</b>                    | 3x semana                  |
| <b>Duração do estudo</b>             | 6 semanas                  |
| <b>Volume de exercício:</b>          |                            |
| Séries                               | 4x + RFS                   |
| Repetições                           | Exaustão                   |
| <b>Intervalo</b>                     | 30 segundos                |
| <b>PADE</b>                          | 50% RFS                    |
| <b>Contínuo/intermitente</b>         | Contínuo                   |
| <b>LM (cm)</b>                       | 14                         |
| <b>Resultados</b>                    | ↑ FMIEJ, ↑ CF, ↑ FM e ↑ QV |
| <b>PEDro</b>                         | 06/10                      |

NYHA = New York Heart Association; QV = qualidade vida; CF = capacidade funcional; FMIEJ força muscular isométrica de extensores do joelho, FM função mitocondrial EX = exercício; FE = forma de execução; VE = velocidade de execução; EJ = extensores de joelho; -- = não informado; RFS = restrição do fluxo sanguíneo; PADE = pressão aplicada durante o exercício; LM = largura do manguito; ↑ = aumento significativo; PEDro = Physiotherapy Evidence Database.

## **Exercícios, amostra, gênero, idade, classe funcional e padrão utilizado nos estudos**

Analisando os exercícios utilizados, ambos os estudos foram aplicados de forma crônica, com tempo de intervenção de seis meses para o TA, no qual foi realizado em um cicloergômetro, e seis semanas para o TR, que foi realizado em uma cadeira extensora para os membros inferiores. Considerando o tamanho da amostra, o gênero, a idade e a classe funcional, dos 66 participantes envolvidos nos estudos, apenas 27 realizaram o treinamento com a RFS (15 sujeitos homens, idade  $58,5 \pm 11,2$  no protocolo com TA e RFS) e (10 sujeitos homens e 2 mulheres, idade  $66 \pm 7$  no protocolo com TR e RFS) ambos com classe funcional entre I e II da New York Heart Association (NYHA). Observou-se divergência entre os estudos para mensurar a pressão de RFS. No estudo realizado com TA, um torniquete pneumático (largura: 9 cm; comprimento: 70 cm) foi aplicado às extremidades proximais das coxas com pressão resultando em um aumento de 40-80 mmHg na pressão arterial sistólica. No protocolo com TR, a RFS foi obtida com manguitos pneumáticos de 14 cm inflando 50% das pressões de arterial, individualmente, usando uma sonda Doppler. Em ambos os estudos, a RFS foi aplicada de forma contínua durante o período de treinamento e séries, respectivamente.

## **DISCUSSÃO**

O presente estudo revisou, sistematicamente, as evidências científicas disponíveis sobre os efeitos do treinamento com RFS em pacientes com IC. Dessa forma, foi evidenciado que o TA associado com a RFS promoveu aumento do VO<sub>2</sub> pico e reduziu a concentração de PNC em pacientes com IC.<sup>13</sup> Em relação ao VO<sub>2</sub> pico, esse resultado pode ser atribuído ao ambiente hipóxico intramuscular gerado pela RFS, resultando em aumento do gasto energético, formação e acúmulo do metabolismo, conseqüentemente, contribuindo para gerar adaptações cardiorrespiratórias<sup>15, 16</sup>. A pressão do manguito aplicada durante o exercício também pode influenciar nessa variável. De acordo com Kim et al.<sup>17</sup>, durante o exercício de ciclismo pressões de RFS mais altas, 60% comparado a pressões mais baixas 40%, induziram maior demanda energética e maior estresse fisiológico.

Com relação a redução dos níveis de PNC, esses achados são potencialmente relevantes, tendo em vista que o PNC é um biomarcador importante para o diagnóstico e prognóstico de pacientes com IC<sup>18</sup> e essa redução encontrada por Tanaka e Takarada<sup>13</sup> parece ocorrer com menor período de intervenção quando o TA é realizado com a RFS comparado com o TA realizado sem a RFS.<sup>19</sup>

O TR, por sua vez, combinado com a RFS, demonstrou aumentar a FM, CF, melhorar a função mitocondrial esquelética e a QV.<sup>14</sup> Os mecanismos que podem explicar o aumento FM e CF estão relacionadas a redução da concentração de oxigênio e o acúmulo de metabólitos, que proporciona um ambiente intramuscular ácido causando fadiga precoce das fibras musculares oxidativas tipo I (vermelhas) e maior atividade das fibras musculares do tipo II (brancas) para manter a contração durante o exercício.<sup>20</sup> Desse modo, o treinamento de BC com RFS induz aumento da força semelhante ao exercício de AC.<sup>10, 11</sup> E, a melhora da função mitocondrial parece ocorrer devido à redução do fornecimento de oxigênio, como destacado por Conceição et al.<sup>15</sup>, a RFS aumenta a demanda do sistema anaeróbio láctico e aeróbio, como também o maior gasto energético que pode resultar em maior sinalização mitocondrial.

Analisando a metodologia do estudo de Groennebaek et al.<sup>14</sup> e Tanaka e Takara<sup>13</sup>, considerando a largura dos manguitos e a aplicação contínua da RFS, no qual os manguitos permaneceram inflados entre as séries e o tempo de exercício, esse método pode não ser o mais adequada para esse perfil de pacientes. De acordo com a revisão sistemática de Rodrigues Neto et al.<sup>21</sup>, larguras de manguitos maiores e a RFS contínua, comparada ao método intermitente, pode desencadear respostas cardíacas mais altas, como pressão arterial, frequência cardíaca e duplo produto. No entanto, essas alterações permaneceram dentro do padrão de normalidade. Assim, apesar desse estudo não ter analisado as medidas hemodinâmicas e não ter comparado métodos diferentes de aplicação da RFS (contínuo/ intermitente) essas variáveis devem ser consideradas durante o treinamento com a RFS.

Nesse contexto, analisando a segurança do treinamento com RFS em pacientes com IC, nem Tanaka e Takarada<sup>13</sup> e nem Groennebaek et al.<sup>14</sup> relatam efeito adverso relacionado à aplicação da RFS. No entanto, é válido ressaltar que os pacientes com IC desenvolvem desequilíbrio autonômico cardíaco e maior sensibilidade parassimpática, mediada pela ativação de quimiorreceptores, os metaborreceptores, localizados nos músculos periféricos.<sup>22</sup>

Ao mesmo tempo, a RFS é conhecida por comprometer o fluxo sanguíneo na região em exercício e gerar estase venosa, que causa maior estresse metabólico intramuscular devido ao aumento na concentração de íons de hidrogênio ( $H^+$ ) e na redução do potencial de hidrogênio (PH).<sup>23</sup> Por esse motivo, foi revisado que a aplicação da RFS em pacientes com doenças cardiovasculares deve ser empregada com cautela, por aumentar a atividade simpática dos metaborreceptores, podendo causar respostas cardíacas exacerbadas.<sup>24, 25</sup>

Outros pontos a serem observados é o tamanho da amostra e as características dos participantes. Com base na revisão de literatura realizada, foram identificados apenas 27

sujeitos com IC que aplicaram a RFS, além de haver um predomínio do sexo masculino. Desses, somente pacientes com classe funcional I e I da INYHA foram selecionados, sendo desconhecido os efeitos da aplicação da RFS em pacientes com sintomatologia mais grave. Além disso, a qualidade dos estudos selecionados foram de baixa e moderada qualidade avaliados pela PERro, portanto, seus dados devem ser interpretados com cautela e limitados a população descrita.

Esta revisão buscou identificar apenas os efeitos do treinamento com RFS na população que apresenta IC, o que pode ter limitado o número de artigos identificados. Entretanto, é possível observar que a RFS já foi aplicada em outros perfis de paciente que apresentam alterações cardíacas, por exemplo, com doença cardíaca isquêmica<sup>26</sup> e com doença arterial coronária<sup>27</sup>. Além disso, apesar do método de exercício com RFS ter sido desenvolvido em 1960 por japoneses<sup>28</sup>, apenas nas últimas décadas os cientistas começaram a investigar seus efeitos em pacientes cardiopatas, que também contribuiu para o reduzido número de trabalhos encontrados.

## **CONCLUSÃO**

O TA e o TR combinados com a RFS demonstram serem um método de treino promissor em pacientes com IC, uma vez que proporciona benefícios mesmo com baixas intensidades de treino. Até o momento, as evidências sugerem que o RFS com o TA promove adaptações positivas sobre o VO<sub>2</sub> pico e os níveis de PNC e, com o TR, a RFS contribui no aumento da FM, CF, QV, e adaptações mitocôndrias. Ambos os exercícios bem tolerados pelos participantes dos estudos. Entretanto, essas informações devem ser interpretadas com cautela, pois, o reduzido número de artigos identificados e a baixa qualidade deles são insuficientes para recomendar a aplicação da RFS na prática clínica diária, tendo em vista que diferentes resultados podem ser identificados.

Vale salientar que, a falta de estudos que avaliaram os efeitos agudos da RFS em indivíduos com IC implica na falta de informações sobre a segurança desse método de treino, especialmente, em relações às medidas hemodinâmicas. Além disso, a pequena amostra dos manuscritos foi composta por participante com classe funcional menores I e II, não permitindo ultrapassar esses dados para outras classes funcionais.

Dessa forma, torna-se eminente desenvolver mais ensaios clínicos que busquem investigar os efeitos agudos e crônicas promovidos pelo TA e TR com a RFS sobre as respostas

metabólicas, hemodinâmicas, neuromusculares e funcionais em pacientes com IC. Para isso, deve-se buscar uma padronização dos protocolos utilizados e estudos futuros devem considerar as características dos sujeitos, tipo de exercício, intensidade, volume de exercício, intervalo entre as séries, pressão de RFS usada durante o exercício, tempo de RFS e largura do manguito.

## REFERÊNCIAS

1. Fukuta H, Goto T, Wakami K, Kamiya T, Ohte N. Effects of exercise training on cardiac function, exercise capacity, and quality of life in heart failure with preserved ejection fraction: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Heart failure reviews*. 2019;24(4):535-47.
2. Long L, Mordi IR, Bridges C, Sagar VA, Davies EJ, Coats AJS, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019 (1).
3. Bozkurt B, Fonarow GC, Goldberg LR, Guglin M, Josephson RA, Forman DE, et al. Cardiac Rehabilitation for Patients With Heart Failure: JACC Expert Panel. *Journal of the American College of Cardiology*. 2021;77(11):1454-69.
4. Carvalho T, Milani M, Ferraz AS, Silveira AD, Herdy AH, Hossri CAC, et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular–2020. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2020;114(5):943-87.
5. Triposkiadis F, Giamouzis G, Parissis J, Starling RC, Boudoulas H, Skoularigis J, et al. Reframing the association and significance of co-morbidities in heart failure. *European journal of heart failure*. 2016;18(7):744-58.
6. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in physiology*. 2019;10:533.
7. Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of geriatric physical therapy*. 2010;33(1):34-40.
8. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2019;49(1):95-108.
9. Silva JCG, Pereira Neto EA, Pfeiffer PAS, Rodrigues Neto G, Rodrigues AS, Bembem MG, et al. Acute and chronic responses of aerobic exercise with blood flow restriction: A systematic review. *Frontiers in physiology*. 2019;10:1239.
10. Cook SB, Scott BR, Hayes KL, Murphy BG. Neuromuscular adaptations to low-load blood flow restricted resistance training. *Journal of sports science & medicine*. 2018;17(1):66.

11. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Jr M, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(3):406-12.
12. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy.* 2003;83(8):713-21.
13. Tanaka Y, Takarada Y. The impact of aerobic exercise training with vascular occlusion in patients with chronic heart failure. *ESC heart failure.* 2018;5(4):586-91.
14. Groennebaek T, Sijlacks P, Nielsen R, Pryds K, Jespersen NR, Wang J, et al. Effect of blood flow restricted resistance exercise and remote ischemic conditioning on functional capacity and myocellular adaptations in patients with heart failure. *Circulation: Heart Failure.* 2019;12(12):e006427.
15. Conceição MS, Gáspari AF, Ramkrapes APB, Junior EMM, Bertuzzi R, Cavaglieri CR, et al. Anaerobic metabolism induces greater total energy expenditure during exercise with blood flow restriction. *PLoS One.* 2018;13(3):e0194776.
16. Silva JCG, Domingos-Gomes JR, Freitas EDS, Rodrigues Neto G, Aniceto RR, Bembem MG, et al. Physiological and perceptual responses to aerobic exercise with and without blood flow restriction. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2019.
17. Kim D, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T, Bembem MG. The acute muscular effects of cycling with and without different degrees of blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica.* 2015;102(4):428-41.
18. Savarese G, Musella F, D'Amore C, Vassallo E, Losco T, Gambardella F, et al. Changes of natriuretic peptides predict hospital admissions in patients with chronic heart failure: a meta-analysis. *JACC: heart failure.* 2014;2(2):148-58.
19. Smart NA, Steele M. Systematic review of the effect of aerobic and resistance exercise training on systemic brain natriuretic peptide (BNP) and N-terminal BNP expression in heart failure patients. *International journal of cardiology.* 2010;140(3):260-5.
20. Hwang PS, Willoughby DS. Mechanisms behind blood flow–restricted training and its effect toward Muscle Growth. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2019;33:S167-S79.
21. Rodrigues Neto G, Novaes JS, Dias I, Brown A, Vianna J, Cirilo-Sousa MS. Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. *Clinical physiology and functional imaging.* 2017;37(6):567-74.
22. Andrade DC, Arce-Alvarez A, Toledo C, Díaz HS, Lucero C, Quintanilla RA, et al. Revisiting the physiological effects of exercise training on autonomic regulation and chemoreflex control in heart failure: does ejection fraction matter? *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology.* 2018;314(3):H464-H74.

23. Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi T, Yokota T, et al. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *European journal of applied physiology*. 2012;112(11):3915-20.
24. Cristina-Oliveira M, Meireles K, Spranger MD, O'Leary DS, Roschel H, Peçanha T. Clinical safety of blood flow-restricted training? A comprehensive review of altered muscle metaboreflex in cardiovascular disease during ischemic exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2020;318(1):H90-H109.
25. Spranger MD, Krishnan AC, Levy PD, O'Leary DS, Smith SA. Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2015;309(9):H1440-H52.
26. Madarame H, Kurano M, Fukumura K, Fukuda T, Nakajima T. Haemostatic and inflammatory responses to blood flow-restricted exercise in patients with ischaemic heart disease: a pilot study. *Clinical physiology and functional imaging*. 2013;33(1):11-7.
27. Kambic T, Novaković M, Tomažin K, Strojnik V, Jug B. Blood flow restriction resistance exercise improves muscle strength and hemodynamics, but not vascular function in coronary artery disease patients: a pilot randomized controlled trial. *Frontiers in physiology*. 2019;10:656.
28. Sato Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(1):1-5.