

EXERCÍCIO FÍSICO NA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA COM FRAÇÃO DE EJEÇÃO PRESERVADA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE ENSAIOS CLÍNICOS E SÍNTESE FISIOPATOLÓGICA

Izabelle Macedo de Sousa¹, Letícia Araújo de Oliveira Rebêlo², Vinicius Oliveira da Silva¹

1 [Universidade Estadual do Piauí], [Teresina, PI, Brasil]

² [Associação de ensino superior do Piauí], [Teresina, PI, Brasil]

E-mail do autor principal: viniciusoliveira.fisio@gmail.com

RESUMO

A insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada (ICFEP) é uma síndrome heterogênea associada a hipertensão, obesidade, diabetes, fibrilação atrial, doença renal, doença pulmonar e sedentarismo. A intolerância ao exercício é uma manifestação central e decorre da interação entre disfunção ventricular, elevação das pressões de enchimento, incompetência cronotrópica, rigidez arterial, alterações pulmonares, disfunção endotelial e menor capacidade muscular de extrair e utilizar oxigênio. Esta revisão sistemática avaliou os efeitos do treinamento físico e da reabilitação sobre capacidade funcional, qualidade de vida, sintomas, função cardiovascular, força muscular, adesão e segurança em adultos com ICFEP. Foi realizada busca no PubMed/MEDLINE complementada pelo Europe PMC, rastreamento de referências e consulta de revisões sistemáticas. Foram incluídos ensaios randomizados, estudos controlados prospectivos e estudos de viabilidade que avaliaram treinamento aeróbico contínuo, treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), exercício resistido, treinamento combinado, treinamento muscular inspiratório (IMT), estimulação elétrica funcional, exercício isométrico ou programas domiciliares. A busca ampla recuperou 2.235 registros; a estratégia com termos de ensaio/intervenção recuperou 859, e a estratégia de revisões/metanálises, 139. As metanálises recentes demonstraram aumento do pico de VO_2 entre 1,53 e 2,57 mL/kg/min e melhora do teste de caminhada de seis minutos entre 31 e 37 m. A qualidade de vida melhorou principalmente nos domínios físicos. Não houve efeito uniforme sobre fração de ejeção, E/A, E/e' ou rigidez arterial. Uma metanálise de rede de 2026, com 14 ensaios e 810 participantes, sugeriu benefício para IMT, HIIT e treinamento contínuo moderado, sem superioridade direta comprovada. Conclui-se que o exercício estruturado melhora capacidade funcional e frequentemente qualidade de vida na ICFEP. A modalidade deve ser individualizada conforme fenótipo, comorbidades, fragilidade, resposta cronotrópica, força muscular, função respiratória e possibilidade de adesão. O efeito sobre hospitalização e mortalidade permanece incerto.

Palavras-chave: insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada; exercício físico; reabilitação cardíaca; intolerância ao exercício; pico de VO_2 ; qualidade de vida.

INTRODUÇÃO

A ICFEP é definida pela presença de sintomas e sinais de insuficiência cardíaca, fração de ejeção ventricular esquerda geralmente $\geq 50\%$ e evidência de aumento das pressões de enchimento, remodelamento estrutural ou alterações funcionais compatíveis.^{1,2} Apesar da fração de ejeção preservada, a síndrome envolve rigidez ventricular e vascular, disfunção atrial, incompetência cronotrópica, alterações pulmonares e comprometimento musculoesquelético.^{3,4}

A intolerância ao exercício pode ser grave mesmo com pressões de enchimento normais em repouso. Durante o esforço, o aumento do retorno venoso, da frequência cardíaca e da demanda metabólica exige relaxamento ventricular acelerado, aumento do volume sistólico,

vasodilatação periférica e troca gasosa eficiente. Na ICFEP, essas reservas são reduzidas e a pressão capilar pulmonar aumenta desproporcionalmente, podendo ocorrer dispneia, fadiga e interrupção precoce da atividade.^{5,6}

Obesidade, diabetes, hipertensão e inatividade favorecem inflamação sistêmica, estresse oxidativo e redução da biodisponibilidade de óxido nítrico. Esse ambiente promove rigidez miocárdica, disfunção endotelial, menor perfusão muscular e alteração mitocondrial.^{7,8} O exercício é particularmente relevante porque pode atuar na cadeia completa de transporte e utilização de oxigênio, melhorando aptidão muscular, capilarização, função vascular, eficiência ventilatória, controle autonômico e capacidade de realizar atividades cotidianas.

OBJETIVO

Avaliar sistematicamente os efeitos de diferentes modalidades de exercício sobre capacidade funcional, qualidade de vida, sintomas, função cardiovascular e vascular, função pulmonar, força muscular, adesão e segurança em adultos com ICFEP, integrando os resultados clínicos à fisiologia e à fisiopatologia da síndrome.

MÉTODO

Foi realizada revisão sistemática conforme PRISMA 2020 e PRISMA-S.^{9,10} A busca primária ocorreu no PubMed/MEDLINE, com filtro para humanos, e foi complementada pelo Europe PMC, rastreamento de referências e consulta de metanálises. A estratégia combinou termos controlados e livres para ICFEP/HFpEF/insuficiência cardíaca diastólica e exercício, treinamento, reabilitação ou atividade física. Uma busca adicional acrescentou termos de ensaio clínico, e outra identificou revisões sistemáticas e metanálises.

Foram incluídos adultos com ICFEP ou insuficiência cardíaca diastólica identificável, submetidos a exercício aeróbio contínuo, HIIT, exercício resistido, treinamento combinado, IMT, FES, exercício isométrico ou programa domiciliar estruturado. Comparadores incluíram cuidado usual, orientação não supervisionada, atenção controle ou outra modalidade ativa. Os desfechos primários foram pico de VO_2 e teste de caminhada de seis minutos; desfechos secundários incluíram qualidade de vida, sintomas, classe NYHA, E/A, E/e', fração de ejeção, strain, pressões de enchimento, VE/VCO_2 , rigidez arterial, força, adesão, hospitalização, mortalidade e eventos adversos. Registros foram deduplicados por PMID, DOI e título/autores, e publicações do mesmo ensaio foram agrupadas. A síntese foi narrativa e quantitativa por integração crítica de metanálises, sem nova combinação dos dados brutos devido à heterogeneidade. Por utilizar dados publicados e anonimizados, não houve intervenção direta em seres humanos nem necessidade de apreciação ética.

RESULTADOS

A busca ampla recuperou 2.235 registros, a busca com termos de ensaio/intervenção recuperou 859 e a busca de revisões/metanálises recuperou 139. As principais sínteses quantitativas foram:

Fonte	Amostra	Capacidade funcional	Outros achados
Baral et al., 2024	14 estudos; 629 participantes	Pico de VO ₂ +1,96 mL/kg/min; TC6 +36,78 m	MLHFQ -12,06; sem efeito consistente em E/A, E/e' ou tempo de desaceleração
Sebastian et al., 2024	7 RCTs; 346 participantes	Pico de VO ₂ +2,57 mL/kg/min	SF-36 físico +9,84; sem efeito em FEVE, E/A, E/e' ou rigidez arterial
Li et al., 2025	7 RCTs; 470 participantes	Pico de VO ₂ +1,53 mL/kg/min; TC6 +31,42 m	Melhora do componente físico da qualidade de vida; sem efeito em FEVE, E/A ou E/e'
Lan et al., 2026	14 RCTs; 810 participantes	IMT +3,29; HIIT +2,77; MICT +1,90 mL/kg/min versus ausência de exercício	IMT melhorou MLHFQ; diferenças diretas não significativas

Os ensaios individuais confirmaram benefícios em contextos específicos. Reabilitação domiciliar facilitada foi viável no REACH-HFpEF, enquanto IMT e FES aumentaram o pico de VO₂ no TRAINING-HF.^{11, 12} Um ensaio pequeno encontrou maior ganho com HIIT, mas o OptimEx-Clin, com 180 pacientes, identificou melhora modesta com HIIT e treinamento contínuo sem superioridade sustentada em 12 meses.^{13, 14} Em obesidade, a resistência acrescentada a restrição calórica e exercício aeróbico melhorou força e qualidade muscular, mas não produziu ganho adicional de VO₂peak.¹⁵ Um ensaio multicêntrico de 322 pacientes demonstrou que treinamento combinado por 12 meses melhorou VO₂peak e classe NYHA, mas não reduziu desfecho clínico composto, hospitalização cardiovascular ou mortalidade.¹⁶

Programas de adesão também foram relevantes. O HEART Camp aumentou a manutenção de pelo menos 120 minutos semanais de exercício moderado em 12 e 18 meses e melhorou TC6 e KCCQ.¹⁷ O Active-at-Home-HF, baseado em aumento personalizado de passos e monitoramento remoto, melhorou duração do exercício e strain de reservatório atrial.¹⁸ Em pacientes com incompetência cronotrópica, o TRAINING-HR observou maior ganho quando o treinamento aeróbico foi combinado à resistência moderada ou alta.¹⁹

DISCUSSÃO

O desempenho aeróbico pode ser compreendido pela equação de Fick: VO₂ = débito cardíaco × diferença arteriovenosa de oxigênio. Na ICfEP, a reserva de débito cardíaco é limitada por menor aumento do volume sistólico, incompetência cronotrópica e acoplamento ventrículo-arterial desfavorável. A extração periférica é reduzida por menor capilarização, perfusão muscular, proporção de fibras oxidativas e função mitocondrial. Essa fisiopatologia

explica por que o exercício pode elevar o pico de VO_2 sem modificar significativamente a fração de ejeção.

O ventrículo esquerdo hipertrofiado, fibrosado e rígido apresenta relaxamento retardado e baixa complacência. Durante esforço, a diástole encurta e o relaxamento deveria acelerar; na ICFEP, a sucção ventricular é insuficiente e pequenas variações de volume produzem grande elevação da pressão atrial esquerda. A pressão capilar pulmonar elevada pode causar congestão intersticial, redução da difusão e maior trabalho respiratório. Entretanto, a redução aguda da pressão capilar pulmonar com nitroglicerina não aumentou o pico de VO_2 , sugerindo que a pressão elevada é importante, mas não é o único limitante.²⁰ A relação PCWP/débito cardíaco, superior a 2 mmHg/L/min, associa-se a menor capacidade e maior risco, demonstrando a importância de medidas dinâmicas.²¹

A rigidez arterial aumenta reflexão de ondas, pós-carga tardia e custo energético ventricular. A disfunção endotelial reduz vasodilatação e limita o fluxo para o músculo, enquanto a hipertensão pulmonar pós-capilar e o desacoplamento ventrículo direito-artéria pulmonar restringem a reserva cardiopulmonar. Em estudo com 385 indivíduos, rigidez e carga arterial foram mais anormais durante o exercício na ICFEP e se associaram à resposta hemodinâmica ventricular e ao pico de VO_2 .²² A limitação pulmonar é ampliada por menor distensibilidade vascular, aumento do espaço morto, piora ventilação/perfusão e redução da capacidade de difusão.

O músculo esquelético é um alvo terapêutico central. Em pacientes com ICFEP, obesidade pode coexistir com sarcopenia e infiltração adiposa. A respirometria de alta resolução demonstrou redução de respiração mitocondrial no vasto lateral, correlacionada ao pico de VO_2 , TC6 e desempenho físico.²³ O exercício pode melhorar biogênese mitocondrial, capilarização, enzimas oxidativas, função endotelial, força e eficiência ventilatória. Por isso, treinamento aeróbio, resistência e IMT podem produzir efeitos complementares.

A evidência não sustenta modalidade única para todos. MICT tem a base mais ampla; HIIT pode ser opção para pacientes selecionados e estáveis; resistência é essencial para força e independência; IMT é promissor quando há fraqueza inspiratória; FES e modalidades domiciliares podem ampliar acesso. A avaliação deve considerar fenótipo, CPET, resposta cronotrópica, força, composição corporal, função pulmonar, ritmo, fragilidade e comorbidades. Ainda são necessários ensaios multicêntricos, com maior duração, critérios uniformes, estratificação por fenótipo, avaliação de adesão e desfechos de hospitalização e mortalidade.

CONCLUSÃO

O exercício físico estruturado melhora de forma consistente o pico de VO₂, o teste de caminhada e diversos domínios de qualidade de vida em adultos com ICFEP. O mecanismo mais plausível é multissistêmico, envolvendo músculo esquelético, perfusão periférica, função mitocondrial, força, eficiência ventilatória, resposta cronotrópica e interação ventrículo-arterial. A ausência de alteração uniforme em FEVE, E/A ou E/e' não invalida o tratamento. MICT permanece a base mais consolidada; HIIT, resistência, treinamento combinado, IMT, FES e modelos domiciliares devem ser selecionados conforme o fenótipo e a adesão provável. O impacto sobre eventos clínicos ainda é incerto.

REFERÊNCIAS

1. Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, et al. Universal definition and classification of heart failure. *J Card Fail.* 2021;27:387-413. doi:10.1016/j.cardfail.2021.01.022.
2. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021;42:3599-3726. doi:10.1093/eurheartj/ehab368.
3. Borlaug BA, Sharma K, Shah SJ, et al. Heart failure with preserved ejection fraction: JACC Scientific Statement. *J Am Coll Cardiol.* 2023;81:1810-1834. doi:10.1016/j.jacc.2023.01.049.
4. Paulus WJ, Tschöpe C. A novel paradigm for heart failure with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62:263-271. doi:10.1016/j.jacc.2013.02.092.
5. Naylor M, Houstis NE, Nwana NC, et al. Impaired exercise tolerance in HFpEF. *JACC Heart Fail.* 2020;8:605-617. doi:10.1016/j.jchf.2020.03.008.
6. Landsteiner I, Verwerft J, Belov D, et al. Heart failure and preserved ejection fraction: pathophysiology, clinical assessment, and management of exercise intolerance. *Eur Heart J.* 2026;47:3065-3101. doi:10.1093/eurheartj/ehag175.
7. Bunsawat K, Nelson MD, Hearon CM Jr, Wray DW. Exercise intolerance in HFpEF. *Exp Physiol.* 2024;109:502-512. doi:10.1113/EP090674.
8. Pandey A, Keshvani N, Zhong L, et al. Exercise intolerance in older adults with HFpEF. *J Am Coll Cardiol.* 2021;78:1166-1187. doi:10.1016/j.jacc.2021.07.014.
9. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement. *BMJ.* 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
10. Rethlefsen ML, Kirtley S, Waffenschmidt S, et al. PRISMA-S. *Syst Rev.* 2021;10:39. doi:10.1186/s13643-020-01542-z.
11. Lang CC, Smith K, Wingham J, et al. REACH-HFpEF Pilot Study. *BMJ Open.* 2018;8:e019649. doi:10.1136/bmjopen-2017-019649.
12. Palau P, Domínguez E, López L, et al. TRAINING-HF trial. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2019;72:288-297. doi:10.1016/j.rec.2018.01.010.
13. Silveira AD, Beust de Lima J, Piardi DS, et al. High-intensity interval training in HFpEF. *Eur J Prev Cardiol.* 2020;27:1733-1743. doi:10.1177/2047487319901206.
14. Mueller S, Winzer EB, Duvinage A, et al. OptimEx-Clin randomized clinical trial. *JAMA.* 2021;325:542-551. doi:10.1001/jama.2020.26812.
15. Brubaker PH, Nicklas BJ, Houston DK, et al. Resistance training added to caloric restriction and aerobic exercise in obese HFpEF. *Circ Heart Fail.* 2023;16:e010161. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.122.010161.
16. Edelmann F, et al. Combined endurance and resistance exercise training in HFpEF. *Nat Med.* 2025. doi:10.1038/s41591-024-03342-7.
17. Alonso WW, Kupzyk KA, Norman JF, et al. HEART Camp exercise intervention. *J Card Fail.* 2022;28:431-442. doi:10.1016/j.cardfail.2021.09.003.
18. Sengupta SP, Okwose NC, MacGowan GA, et al. Active-at-Home-HF. *Acta Cardiol.* 2025;80:1112-1119. PMID:41185607.
19. Palau P, et al. TRAINING-HR randomized clinical trial. *Eur J Prev Cardiol.* 2026;33:265-275. PMID:40294211.

20. Sarma S, MacNamara JP, Balmain BN, et al. Challenging the hemodynamic hypothesis in HFpEF. *Circulation*. 2023;147:378-387. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061828.
21. Eisman AS, Shah RV, Dhakal BP, et al. Pulmonary capillary wedge pressure patterns during exercise. *Circ Heart Fail*. 2018;11:e004750. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.117.004750.
22. Zern EK, Ho JE, Panah LG, et al. Exercise intolerance in HFpEF: arterial stiffness and abnormal LV hemodynamic responses. *J Card Fail*. 2021;27:625-634. doi:10.1016/j.cardfail.2021.02.011.
23. Scandalis L, Kitzman DW, Nicklas BJ, et al. Skeletal muscle mitochondrial respiration and exercise intolerance in HFpEF. *JAMA Cardiol*. 2023;8:575-584. doi:10.1001/jamacardio.2023.0957.
24. Baral R, et al. Exercise training improves exercise capacity and quality of life in HFpEF. *Eur Heart J Open*. 2024;4:oeae033. doi:10.1093/ehjopen/oeae033.
25. Sebastian SA, Padda I, Johal G. Supervised exercise training in HFpEF. *Curr Probl Cardiol*. 2024;49:102426. doi:10.1016/j.cpcardiol.2024.102426.
26. Li H, Liu Y, Liu Y, et al. Impact of exercise training on exercise tolerance, cardiac function and quality of life in HFpEF. *BMC Cardiovasc Disord*. 2025;25:217. doi:10.1186/s12872-025-04649-0.
27. Lan Y, Wu M, Zhang S, et al. Exercise interventions on peak VO₂ and quality of life in HFpEF: network meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord*. 2026. doi:10.1186/s12872-026-05787-9.