

# Importância Prognóstica da Recuperação da Frequência Cardíaca em Teste Ergométrico

## *Heart Rate Recovery Prognostic Values on Exercise Testing*

Ana Luíza Guimarães Ferreira<sup>1</sup>, Giovanna Marin Lesse<sup>1</sup>, Rayane Fontoura Koch<sup>1</sup>, Susimeire Buglia<sup>1</sup>

1. Setor de Ergometria do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP - Brasil

### Correspondência:

Ana Luíza Guimarães Ferreira  
Instituto Dante Pazzanese de  
Cardiologia  
Av. Dr. Dante Pazzanese, 500, Vila  
Mariana. CEP: 04012-909,  
São Paulo, SP - Brasil  
[analuiza.ferreira@gmail.com](mailto:analuiza.ferreira@gmail.com)

Recebido em 12/04/2021

Aceito em 19/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-11>

## Resumo

Desde a década de 90, foi aventada a hipótese de que redução da ação vagal aumentava a mortalidade em pacientes cardiopatas e adultos saudáveis. Baseado nessa premissa, vieram estudos que avaliaram a possibilidade de relacionar a redução da FC na fase da recuperação do teste ergométrico (TE) com implicação prognóstica. Esta revisão teve o objetivo de realizar a análise crítica dos estudos que avaliaram a resposta da FC após o esforço, e sua correlação com desfechos cardiovasculares. Foi utilizada biblioteca virtual em saúde da Pubmed, disponível *online* na base de dados Medline, onde foram analisados artigos publicados no período de 1992 a 2019. Constatou-se que há vários estudos publicados sobre o tema, no entanto sem padronização da metodologia, com achados diversos. O valor de corte para a recuperação da frequência cardíaca (RFC) variou entre 12 a 13 bpm no primeiro minuto e de 22 a 42 bpm no segundo minuto de recuperação ativa. Já na recuperação passiva, a RFC variou de 12 a 21 bpm. Concluiu-se que, apesar da RFC ser um parâmetro importante na avaliação do paciente durante o TE, ainda são necessários mais estudos para que seu valor prognóstico em relação a mortalidade geral e cardiovascular seja estabelecido.

**Palavras-chave:** Teste de Esforço; Frequência Cardíaca; Fatores Prognósticos.

## Abstract

*Since the 1990s, the hypothesis that reducing vagal action increased mortality in cardiac patients and healthy adults has been suggested. Based on this premise, studies came that evaluated the possibility of relating the reduction of HR in the phase of recovery of the exercise stress test (ET) with prognostic implication. This review aimed to perform a critical analysis of studies that evaluated the HR response after effort, and its correlation with cardiovascular outcomes. Pubmed's virtual health library was available, available online on the Medline database, where articles published from 1992 to 2019 were analyzed. It was found that there are several studies published on the subject, however without standardization of the methodology, with several findings. The cut-off value for Heart Rate Recovery (RFC) ranged from 12 to 13 bpm in the first minute and from 22 to 42 bpm in the second minute of active recovery. In passive recovery, the RFC ranged from 12 to 21 bpm. It was concluded that, although the RFC is an important parameter in the evaluation of the patient during the ET, further studies are needed so that its prognostic value in relation to general and cardiovascular mortality is established.*

**Keywords:** Exercise Test; Heart Rate; Prognosis.

## Introdução

O controle da frequência cardíaca (FC) é influenciado pela regulação do sistema nervoso autônomo. No repouso, há predomínio parassimpático, com tendência a bradicardia através da ação colinérgica. Durante o esforço, o estímulo simpático leva a um aumento das catecolaminas circulantes e consequente aumento da FC.

Esse mecanismo é uma importante adaptação fisiológica ao exercício, garantindo o aumento do débito cardíaco (DC), secundário à demanda do esforço. Essa relação fica evidente na equação de Stewart-Hamilton ( $DC=FC \times \text{volume sistólico}$ ).

Na década de 90, estudos mostraram existir a relação da redução da ação vagal e aumento da mortalidade, na população portadora de coronariopatia<sup>1</sup> e em adultos saudáveis.<sup>2</sup> Diante esse panorama, surgiu a hipótese se a variação da FC após esforço no teste ergométrico (TE) poderia ter correlação com desfechos cardiovasculares.

Este artigo foi elaborado a partir de busca em biblioteca virtual em saúde da Pubmed, disponível *online* na base de dados Medline, onde foram analisados artigos publicados no período de 1992 a 2019.

## Resposta da Frequência Cardíaca na Fase de Recuperação

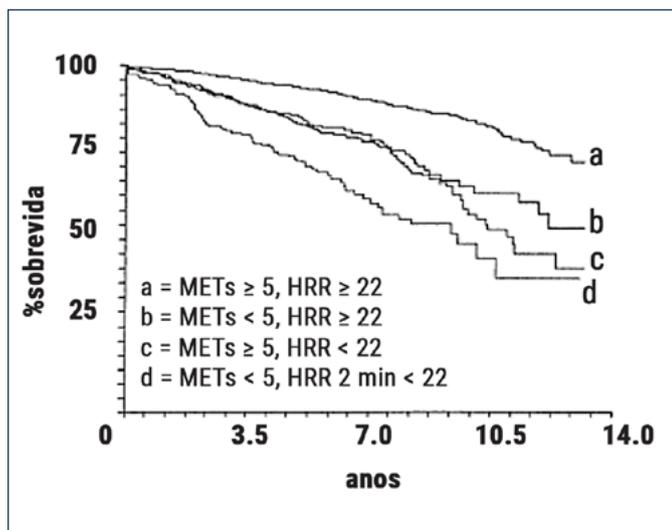
Um dos primeiros artigos mais relevantes sobre a resposta da FC na fase de recuperação do TE foi publicado em 1999, onde Cole e colaboradores<sup>3</sup> conduziram estudo com 2.428 participantes sem história de doença coronária crônica (DAC), no qual avaliaram a variação da FC na recuperação de TE, com objetivo de determinar sua relação com mortalidade por todas as causas. Todos os pacientes foram submetidos a protocolo de Bruce, seguido de recuperação ativa, com velocidade 2,4 km/h e 2,5% de inclinação. Análise estatística determinou o intervalo de normalidade da recuperação da frequência cardíaca (RFC): o grupo de paciente com RFC <12 bpm, no primeiro minuto de recuperação, apresentava maior idade, hipertensão, diabetes *mellitus*, tabagismo e doença coronariana. Esse dado também apresentou forte relação com capacidade funcional do indivíduo, mesmo naqueles com cintilografia normal. Após seis anos de acompanhamento, a RFC baixa foi forte preditor independente de mortalidade.

Em 2001, foi publicado um estudo<sup>4</sup> com mesma proposta de relacionar RFC e mortalidade por todas as causas, em pacientes submetidos a ecocardiografia com estresse, e, portanto, com necessidade de recuperação passiva após esforço. Imediatamente após o esforço máximo, o paciente foi deitado para aquisição da imagem ecocardiográfica. O estudo foi conduzido por três anos e incluiu 5.438 pacientes, submetidos a TE com protocolo de Bruce, sem história prévia de insuficiência cardíaca ou doença valvar. A queda de 18 batimentos após um minuto de recuperação em decúbito lateral esquerdo mostrou relação com desfecho cardiovascular, com razão de chance de 3,9, independente de função ventricular, se assemelhando a resultados prévios. Essa relação foi mais forte nos pacientes com evidência de doença coronariana.

Diante de trabalhos unicêntricos, com apenas validade interna e de diferentes metodologias e cortes de normalidade, Shetler e colaboradores<sup>5</sup> propuseram validar a RFC como fator prognóstico e relacioná-la aos outros parâmetros já contemplados pelo TE. Incluiu grande número de participantes do sexo masculino encaminhados a dois centros de saúde, para investigação de precordialgia, sendo prescrito TE com protocolo Rampa, seguido de recuperação passiva, com as aferições de FC com paciente em posição supina. A queda de FC em todos os minutos da recuperação foram estatisticamente relevantes, porém a relação mais forte foi a queda de 22 batimentos após dois minutos de recuperação passiva. Outros fatores associados: capacidade funcional (abaixo 5 METs), infradesnívelamento do segmento ST (maior ou igual a 1 mm) e deficiência cronotrópica. A figura 1, ilustra a relevância da RFC associado a aptidão física, evidenciando que a avaliação da ação vagal é parâmetro adicional aos outros já validados quanto a importância prognóstica.

Após os primeiros resultados, investigadores consistentemente demonstraram a capacidade de RFC identificar grupos de maior risco cardiovascular em diferentes coortes, com ou sem DAC, como em diabetes *mellitus*,<sup>6</sup> portadores de síndrome de apneia-hipopneia do sono (SAHOS),<sup>7</sup> insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida<sup>8</sup> e sua aplicação na prevenção primária em assintomáticos.<sup>9</sup>

Dessa forma, a análise da RFC passou a ser recomendada pelas principais diretrizes da área, como marcador prognóstico na população em



**Figura 1** - O grupo de paciente que possuíam melhor aptidão física e RFC (*heart rate recovery* - HRR) apresentaram maior sobrevivência, conforme evidenciado pela curva A, quando comparado aos indivíduos que não apresentaram essa combinação de fatores.

Adaptado de Shetler e al.<sup>5</sup>

geral, independente de fatores de risco, cardiopatia diagnosticada, do uso de medicamentos ou capacidade funcional.

Mais recentemente, foi publicada a primeira revisão sistemática e metanálise sobre o tema,<sup>10</sup> com avaliação do valor prognóstico da RFC anormal em pacientes portadores de DAC. Apenas quatro estudos contemplaram os critérios de inclusão, incluindo 2.428 pacientes. Os pacientes eram 73% do sexo masculino, média de idade de 61 a 67 anos. Outras características de base estão descritas na tabela 1. Todos os estudos definiram o ponto de corte para RFC no primeiro minuto da recuperação, porém os valores variaram 12 a 21 bpm. Os desfechos incluíram mortalidade por todas as causas, morte cardiovascular ou desfecho composto de

**Tabela 1.** Características de base da população estudada.

2428 pacientes	Características das populações estudadas	
Sexo	73% masculino	27% feminino
Idade (média $\pm$ dp)	61 $\pm$ 11 (DP) a 67 $\pm$ 9 (DP)	
Betabloqueadores	91%	
Diabetes mellitus	36%	
Hipertensão arterial	51%	
IMC	28-29 kg/m <sup>2</sup>	

Adaptado de Lachman e al.<sup>5</sup>

infarto, angina e revascularização. O acompanhamento dos pacientes variou de 2,0 a 9,8 anos, com total de 151 eventos. A razão de chance para mortalidade de todas as causas e desfecho composto (morte cardiovascular e hospitalização) foi 5,78 (95% intervalo de confiança 3,20-10,43). O estudo concluiu que a avaliação da RFC deve ser incorporada a prática clínica, independente do uso de betabloqueador.

## Discussão

Diversos estudos correlacionam ação do sistema parassimpático e mortalidade. Sabe-se que o exercício físico atua sobre o sistema vagal, o que é expresso pela redução do tônus simpático e o consequente aumento da atividade vagal, evidenciada pela queda da FC. O teste ergométrico é um método de grande disponibilidade e baixo custo, e a análise da frequência cardíaca pode refletir o desempenho do sistema parassimpático, em especial a fase da recuperação. Baseado nessa premissa, estudos buscaram avaliar a RFC, e correlacioná-la com possível valor prognóstico.

Nesta revisão, foi observada grande heterogeneidade entre as metodologias utilizadas e diversidade nas populações estudadas. Quanto à escolha de protocolos de esforço, o estudo de Cole utilizou o protocolo de Bruce, enquanto Shetter, por outro lado, utilizou protocolo de rampa, o que dificulta a comparabilidade dos resultados entre esses estudos. Em relação a fase pós-esforço, a recuperação ativa foi o utilizada na maioria dos estudos, porém variam quanto ao tempo de recuperação ativa, a velocidade e a inclinação prescrita. Quando foi estudado recuperação ativa, o valor de corte para a RFC variou entre 12 a 13 bpm no primeiro minuto e de 22 a 42 bpm no segundo minuto de recuperação. Já na recuperação passiva, a RFC variou de 12 a 21 bpm, deve ser superior a 18 no primeiro minuto.

A metanálise em portadores de DAC deixou clara a falta de padronização: vários são os estudos publicados sobre o tema, mas só quatro preencheram os critérios necessários. Os resultados foram expressivos, com razão de chance para mortalidade de todas as causas e desfecho composto (morte cardiovascular e hospitalização) de 5,78, porém o amplo intervalo de confiança evidenciou o quanto os estudos diferem entre si. Dessa forma, não representa base científica concreta para correlacionar esse parâmetro à mortalidade cardiovascular, e, portanto insuficiente para sua inclusão na rotina da ergometria.

Em comparação ao nosso meio, o protocolo escolhido depende da análise individualizada de cada paciente, levando em consideração principalmente capacidade física e comorbidades. Quando optado por recuperação ativa, o paciente caminha por um ou dois minutos, com velocidade mínima da esteira e, em geral, não é utilizada inclinação, como foi realizado nos estudos, dificultando a extrapolação dos dados na nossa prática. No Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia em São Paulo, o método mais utilizado é o passivo pois aumenta a sensibilidade para detecção de isquemia, para população de hospital terciário, com alta prevalência de doença arterial coronariana. O uso da recuperação passiva em estudos futuros poderia facilitar a padronização do uso da RFC, por envolver menos variáveis na realização.

Apesar da inconsistência dos dados atuais, há plausibilidade na correlação da RFC e mortalidade, sendo estímulo para mais estudos e assim determinar seu papel na prática clínica. Segundo a III Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico<sup>11</sup>, a queda da FC na recuperação varia de acordo com o protocolo utilizado. Quando de recuperação ativa, na velocidade de 1,5 MPH ou 2,4 KPH e 2,5% de inclinação, o valor RFC no primeiro minuto deve ser igual ou maior que 12 bpm, para ser considerado normal. Se a recuperação for passiva, com o indivíduo sentado ele deve ser igual ou maior que 22 bpm, no final do segundo minuto. Com o paciente deitado após o esforço, o valor da RFC.

A utilização a RFC pode ser útil como parâmetro adicional de aptidão física, principalmente na avaliação evolutiva do paciente. A prática de exercício físico

regular promove adaptação cardiovascular, respiratória e metabólica. A melhora da eficiência energética promove redução do tônus simpático e ativação do tônus vagal, sendo este o principal mecanismo para determinar RFC após esforço.

## Conclusão

O teste de esforço é um exame de fácil acesso e baixo custo que fornece informações de relevância diagnóstica e prognóstica, através da análise de parâmetros clínicos, hemodinâmicos e eletrocardiográficos, tanto no esforço, quanto na fase da recuperação. No entanto, quando se avalia a RCF, ainda não está claro o seu valor prognóstico em relação a mortalidade geral e cardiovascular, de forma isoladas. A padronização sobre o método de recuperação, ativa ou passiva, ajustado ao perfil da população estudada, poderá trazer informação consistente em estudos posteriores.

Apesar disso, a avaliação da RCF mostrou-se ser uma ferramenta importante durante a análise do teste de esforço ao trazer informações sobre o estado de saúde e aptidão física para indivíduos com doença cardiovascular.

## Potencial Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesse.

## Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Referências:

1. Schwartz PJ, La Rovere MT, Vanoli E. Autonomic Nervous System And Sudden Cardiac Death: Experimental Basis and Clinical Observations for Post-Myocardial Infarction Risk Stratification. *Circulation*. 1992; 85 (1 Suppl): I77-91.
2. Tsuji H, Venditti FJ, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL, et al. Reduced Heart Rate Variability and Mortality Risk in an Elderly Cohort: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 1994; 90 (2): 878-83. doi: 10.1161/01.cir.90.2.878.
3. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate Recovery Immediately After Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med*. 1999; 341(18):1351-7. doi: 10.1056/NEJM199910283411804.
4. Watanabe J, Thamilarasan M, Blackstone EH, Thomas JD, Lauer MS. Heart Rate Recovery Immediately After Treadmill Exercise and Left Ventricular Systolic Dysfunction as Predictors of Mortality. *Circulation*. 2001; 104 (16): 1911-6. doi:10.1161/circ.104.16.1911.
5. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, et al. Heart Rate Recovery: Validation and Methodologic Issues. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 38 (7):1980-7. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01652-7.
6. Yamada T, Yoshitama T, Makino K, Lee T, Saeki F. Heart Rate Recovery After Exercise Is a Predictor of Silent Myocardial Ischemia in Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2011; 34 (3): 724-6. doi: 10.2337/dc10-1424.
7. Maeder MT, Münzer T, Rickli H, Schoch OD, Korte W, Hüry C, et al. Association Between Heart Rate Recovery and Severity of Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Sleep Med*. 2008; 9 (7): 753-61. doi: 10.1016/j.sleep.2007.08.016.
8. Phan TT, Shivu GN, Abozguia K, Davies C, Nassimzadeh M, Jimenez D, et al. Impaired Heart Rate Recovery and Chronotropic Incompetence in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circ Heart Fail*. 2010; 3 (1): 29-34. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.109.877720. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.109.877720.
9. Sydó N, Sydó T, Carta KAG, Hussain N, Farooq S, Murphy JG, et al. Prognostic Performance of Heart Rate Recovery on an Exercise Test in a Primary Prevention Population. *J Am Heart Assoc*. 2018; 7 (7): e008143. doi: 10.1161/JAHA.117.008143.
10. Lachman S, Terbraak MS, Limpens J, Jorstad H, Lucas C, Reimer WSO, et al. The Prognostic Value of Heart Rate Recovery in Patients with Coronary Artery Disease. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am Heart J*. 2018; 199: 163-9. doi: 10.1016/j.ahj.2018.02.008.
11. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM et al/Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95(5 supl.1): 1-26. doi:10.1590/S0066-782X2010000800001.