

Diferenças no Tipo de Recuperação para a Detecção de Isquemia no Teste de Esforço

Differences in the Type of Recovery for the Detection of Ischemia in the Stress Test

Murilo Bastos Meira¹, Marcela Anhesini Benetti¹, Pedro Parentes Sampaio Gomes¹, Carlos Alberto Hossri¹

1. Associação Beneficente Síria Hospital do Coração - HCor - São Paulo, SP - Brasil

Correspondência:

Carlos Hossri
Rua Desembargador Eliseu Guilherme
147. CEP 04004-030, São Paulo, SP -
Brasil
cahossri@gmail.com

Recebido em 17/12/2020

Aceito em 22/12/2020

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.26.4-12>

Resumo

As alterações apresentadas na fase de recuperação do teste de esforço possuem a mesma importância daquelas ocorridas durante o esforço. No entanto, não há consenso sobre o protocolo ideal a ser adotado nesta fase. Recuperação ativa ou passiva apresentam diferentes pontos de cortes de valores hemodinâmicos e incidência de alterações, assim como ocorre em mudanças em relação à posição ortostática ou supina, propiciada por alterações neuroendócrinas, hemodinâmicas e fisiológicas. Este artigo visa explorar as bases fisiopatológicas das alterações propiciadas pelos diferentes protocolos de recuperação no teste de esforço.

Palavras-chave: Isquemia; Teste de Esforço; Frequência Cardíaca.

Abstract

The changes presented in the recovery phase of the exercise testing have the same importance as those that occurred during the effort. However, there is no consensus on the ideal protocol to be adopted at this stage. Active or passive recovery have different cut-off points of hemodynamic values and incidence of alterations, as well as changes in relation to the position in orthostasis or supine, caused by neuroendocrine, physiologic or hemodynamic factors. This article aims to explore the physiopathological bases of the alterations brought about by the different recovery protocols in the exercise testing.

Keywords: Ischemia; Exercise Testing; Heart Rate.

Introdução

A III diretriz brasileira sobre teste ergométrico (TE) orienta que sejam realizados registros eletrocardiográficos na fase pré-esforço, durante o exercício e, por pelo menos seis minutos, durante a fase de recuperação, sendo que as modificações nesta fase possuem o mesmo significado diagnóstico daquelas ocorridas durante o esforço.¹

São ainda citados como fatores de pior prognóstico, quando ocorridos durante a recuperação, a presença de infradesnívelamento do segmento ST acentuado e prolongado ou a presença de arritmias ventriculares complexas.

Não há, no entanto, uma definição protocolar sobre como deve ser realizada a fase de recuperação, podendo ser ativa (ou seja, mantendo-se uma atividade física leve) ou passiva, e esta, em posição ortostática, seja com o paciente em pé, sentado ou em posição supina. Este artigo visa esclarecer as diferenças encontradas para cada metodologia, com base em publicações clássicas ou recentes sobre o tema.

Fase de Recuperação na Ergometria

Na ergometria convencional, além das alterações eletrocardiográficas já citadas, podem ser avaliados

na fase de recuperação os padrões hemodinâmicos do paciente, composto pela pressão arterial (PA) e pela frequência cardíaca (FC).

A pressão arterial sistólica tende a subir gradualmente com o esforço e retornar aos valores basais com o passar da recuperação, ao passo que a pressão arterial diastólica tende a manter-se ou apresentar discreta queda. É considerada alterada quando, durante a recuperação, ocorre um descenso lento do componente sistólico, ou ainda, quando ocorre elevação paradoxal, ou seja, um aumento acima da pressão de pico ao esforço, nos três primeiros minutos da recuperação. Tais alterações estão associadas ao risco de hipertensão arterial sistêmica e de presença de doença arterial coronariana (DAC).

Paralelamente, a FC aumenta gradualmente com o esforço e deve decair durante a recuperação. A velocidade da queda da FC também é prognóstica e varia de acordo com o protocolo utilizado, tendo alguns pontos de corte estabelecidos por estudos clássicos:

Cole et al. (1999)² realizaram seguimento por seis anos de 2.428 pacientes sem cardiopatia prévia, após realização de TE e cintilografia de perfusão miocárdica (CPM). Encontraram que a queda na FC menor que 12 bpm no 1º minuto durante a recuperação ativa (caminhando a 2,4 km/h com inclinação de 2,5%) é preditora de mortalidade independente do nível de esforço ou grau de defeito perfusional.

Shetler et al. (2001)³ fizeram seguimento por sete anos de 2.193 homens após TE e cineangiografiografia (CATE) e publicaram que uma queda na FC menor que 22 bpm após o 2º minuto de recuperação passiva em posição sentada é preditor de mortalidade, similar a idade e fatores de risco clássicos, apesar de não mostrar correlação com achados angiográficos.

Da mesma forma, Watanabe et al. (2001)⁴ cunharam o ponto de corte em 18 bpm no 1º minuto para recuperação passiva em posição supina como preditor de mortalidade, em seguimento de 5.438 pacientes por três anos após realização de ecodopplercardiografia associada a TE.

A associação entre recuperação lentificada da FC e mortalidade é explicada pelo desbalanço neuroendócrino que pode ocorrer nesta fase. Carreira et al. (2011)⁵ compararam TE entre 1.433 pacientes portadores ou não de *diabetes mellitus* tipo 2 (DM-2), com idade média de 52 anos, e encontrou que pacientes obesos e diabéticos

possuíam maior prevalência do retorno lento da FC durante a recuperação, assim como menor capacidade física. Tal achado seria explicado pela maior disautonomia encontrado nesses pacientes, e estaria associado a maior risco cardiovascular.

O teste cardiopulmonar de esforço (TCPE) também fornece variáveis importantes para avaliação do paciente na fase de recuperação, mais notadamente o consumo de oxigênio (VO_2) ou a queda deste após o pico do esforço. O $T_{1/2}$ é tido como o tempo necessário para queda de 50% do VO_2 máximo atingido ao esforço, durante os três primeiros minutos da recuperação. Este tempo diminui com o treinamento físico e seu aumento está associado negativamente ao prognóstico de pacientes com insuficiência cardíaca. Da mesma forma, o aumento do VO_2 após o término do esforço indica gravidade do paciente (fenômeno de “débito de O_2 ”). Também possui a mesma finalidade o cálculo da cinética-off, através do *mean response time* (MRT), que avalia a curva da queda do VO_2 durante a recuperação.⁶⁻⁹

Recuperação Ativa versus Passiva

Ao início do esforço, ocorre aumento reacional da FC. Com progressão do esforço, há inicialmente uma supressão vagal, relacionada ao aumento da contração atrial e do dromotropismo, e posteriormente um pico adrenérgico, secundário ao maior retorno venoso e acidez sistêmica, com maior concentração de norepinefrina sanguínea.

Na fase inicial da recuperação, ambos os sistemas - simpático e parassimpático - coexistem, com algum predomínio do sistema vagal, e retornam progressivamente aos níveis pré-esforço. Esta coexistência dos dois sistemas pode ser responsável pelo desequilíbrio do controle neuroendócrino que pode ocorrer em especial na fase mais precoce da recuperação.

Pacientes idosos possuem uma recuperação mais prolongada devido ao *clearance* de noradrenalina mais lentificado, enquanto crianças, contrariamente, possuem maior modulação colinérgica. Pacientes com antecedente de transplante cardíaco também possuem menor recuperação da FC devido disfunção autonômica intrínseca por desinervação. O tempo total de retorno da FC aos níveis basais, após o esforço, é influenciado também por outras variáveis, como função autonômica, nível de condicionamento físico e intensidade do exercício, podendo variar de uma a até 24h.¹⁰

Spierer et al. (2003)¹¹ compararam efeitos da recuperação entre seis pacientes hígidos sedentários e nove jogadores profissionais de hóquei, em séries de *wingate anaerobic power test*, onde eram realizadas séries de pedalagem supramáxima intercaladas com quatro minutos de recuperação, podendo esta ser ativa (pedalagem a 28% do VO₂ máximo) ou passiva deitada. Encontraram que os protocolos realizados com recuperação ativa promoviam um maior esforço total nos pacientes sedentários e, em todos os pacientes, eram detectados menores níveis de lactato sanguíneo durante a recuperação ativa em relação às séries com recuperação passiva. Esse fato pode ser explicado pelo maior fluxo sanguíneo muscular periférico propiciado pela recuperação ativa, levando ao maior *clearance* muscular de creatinina.

Garcia et al (2017)¹² compararam a recuperação ativa *versus* passiva em ortostase em TE em 24 homens hígidos, com média de 44 anos de idade. Evidenciaram que a recuperação passiva provoca uma maior atividade vagal no 1º minuto e uma maior modulação autonômica no restante do período, quando comparada à ativa, aumentando a confiabilidade do valor da FC durante a recuperação.

Recuperação no Diagnóstico de DAC

Além do esforço durante a recuperação, a posição em que se mantém o paciente também tem influência nos resultados. Aggarwal et al. (1994)¹³ compararam a postura sentada *versus* a postura deitada na fase de recuperação, e encontraram que a postura sentada apresentava uma queda mais rápida da PA e da FC, ao passo que a postura deitada, devido ao descenso mais lento, predisponha um maior débito de oxigênio cardíaco, e ocasionava uma depressão do segmento ST mais acentuada ao longo da recuperação.

No mesmo caminho, Gavrielides et al. (1991)¹⁴ testaram 18 pacientes com DAC estável que apresentavam previamente TE e CATE positivos, e os compararam em quatro protocolos distintos de TE: 1) Bruce clássico com recuperação em pé; 2) Início abrupto no estágio de limiar isquêmico com recuperação sentado; 3) Bruce modificado com 10 minutos de aquecimento e recuperação sentado e; 4) Bruce clássico - recuperação deitado. Os resultados mostraram que o duplo produto FCxPA para o surgimento de infradesnivelamento de ST foram iguais para todos os

protocolos, e o tempo de recuperação do ST foi igual nos protocolos 1 a 3, mas significativamente mais longo no protocolo 4 (único com recuperação supina ao invés de em ortostase), o que evidencia o desbalanço de oferta/demanda miocárdica nesta posição. Este achado não teve correlação com número ou gravidade de lesões coronarianas.

Explicando este fenômeno, podemos citar o estudo de Spinelli et al. (1992)¹⁵, que também comparou 16 pacientes com DAC estável e que possuíam previamente TE e CATE positivos, e realizaram TE em cicloergômetro, comparando a posição, ao esforço, ortostática *versus* supina. Foi encontrado que o esforço em posição supina levava a um maior aumento da FC, porém a menores incrementos da PA, mantendo o duplo produto FCxPA estável em ambos os protocolos. No entanto, a posição supina ao esforço levou a maior prevalência de infradesnivelamento do ST, associado a um menor tempo de perfusão diastólica (calculado pela variação R-R). Isso evidencia que a posição supina propicia um aumento da demanda miocárdica (devido aumento do retorno venoso e aumento da tensão na parede, assim como menor resposta adrenérgica, dentre outras variáveis), ocasionando um maior risco de isquemia miocárdica e maior prevalência de alterações do ST, quando comparado à posição ortostática.

Conclusões

Pelos estudos apresentados, percebemos que a recuperação, quando realizada de forma passiva, exacerba as diferenças neuroendócrinas entre o estado de esforço e o de pós-exercício, devido a um aumento mais brusco da resposta vagal enquanto o sistema simpático ainda está ativo, além de interromper abruptamente os mecanismos periféricos de compensação do esforço. Adicionalmente, a posição supina aumenta o desbalanço entre a relação de oferta e demanda de oxigênio pelo miocárdio. Desta forma, ocorre um ganho em sensibilidade do teste para as alterações isquêmicas que possam ocorrer durante a fase de recuperação.

Deve-se enfatizar que, em pacientes de maior risco, também há uma maior chance de eventos adversos, sendo necessária avaliação individual para escolha do tipo de protocolo a ser adotado no exame. Atualmente é adotado, pela maioria dos ergometristas, a recuperação ativa. No entanto, ainda há divergências no tempo dessa recuperação e velocidade utilizada nesse período.

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:

- Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM, et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 95 (5 supl.1).
- Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snider 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.
- 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.
- Watanabe J, Thamilarsan M, Blackstone EH, Thomas JD, Lauer MS. Heart Rate Recovery Immediately after Treadmill Exercise and Left Ventricular Systolic Dysfunction as Predictors of Mortality: the Case of Stress Echocardiography. *Circulation.* 2001; 104 (16): 1911-6.
- Carreira MAMQ, Pena FM, Garcia KS, Pinheiro IN, Altoé A, Carvalho LAR, et al. Anormalidades no Descenso da Frequência Cardíaca ao Teste Ergométrico em Diabéticos. *Rev Bras Cardiol.* 2011; 24 (6): 377-81. Disponível em: <http://www.onlinejcs.org/english/sumario/24/pdf/v24n6a06.pdf>.
- Guazzi M, Bandera F, Ozemek C, Systrom D, Arena R. Cardiopulmonary Exercise Testing: What Is its Value? *J Am Coll Cardiol.* 2017; 70 (13): 1618-36. doi: 10.1016/j.jacc.2017.08.012.
- Herdy AH, Ritt LEF, Stein R, Araújo CGS, Milani M, Meneghelo RS, et al. Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e Interpretação. *Arq Bras Cardiol.* 2016; 107 (5): 467-81. doi: 10.5935/abc.20160171.
- Ramos RP, Alencar MCN, Treptow E, Arbex F, Ferreira EMV, Neder JA. Clinical Usefulness of Response Profiles to Rapidly Incremental Cardiopulmonary Exercise Testing. *Pulm Med.* 2013; 2013: 359021. doi: 10.1155/2013/359021.
- Kern L, Condrau S, Baty F, Wiegand J, Gestel AJR, Azzola A, et al. Oxygen Kinetics During 6-Minute Walk Tests in Patients with Cardiovascular and Pulmonary Disease. *BMC Pulm Med.* 2014; 14: 167. doi: 10.1186/1471-2466-14-167.
- Almeida MB, Araujo CGS. Efeitos do Treinamento Aeróbico sobre a Frequência Cardíaca. *Rev Bras Med Esporte.* 2003; 9 (2): 104-12. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbme/v9n2/v9n2a06.pdf>.
- Spierer DK, Goldsmith R, Baran DA, Hryniewicz K, Katz SD. Effects of Active vs Passive Recovery on Work Performed during Serial Supramaximal Exercise Tests. *Int J Sports Med.* 2004; 25 (2): 109-14. doi: 10.1055/s-2004-819954.
- Garcia GL, Porto LGG, Fontana KE, Gomes CJ, Junqueira Junior LF, Molina GE. Efeito de Diferentes Protocolos de Recuperação sobre a Função Autonômica Cardíaca. *Rev Bras Med Esporte.* 2017; 23 (1): pp. 16-20. doi: 10.1590/1517-869220172301161201.
- Aggarwal SP, Wander GS, Bala K, Kapoor DK. Effect of Posture in Immediate Post-Exercise Period on Ischaemic ST-Changes during Stress Electrocardiographic Testing. *Indian Heart J.* 1994; 46 (6): 307-9.
- Gavrielides S, Kaski JC, Tousoulis D, Pupita G, Galassi AR, Maseri A. Duration of ST Segment Depression after Exercise-Induced Myocardial Ischemia is Influenced by Body Position during Recovery but not by Type of Exercise. *American Heart Journal.* 1991; 121(6 part 1): 1665-70. doi: 10.1016/0002-8703(91)90010-F.
- Spinelli L, Ferro G, Liucci GA, Iovino GL, Condorelli M. Diastolic Perfusion Time and Exercise Posture in Coronary Artery Disease Patients: Correlation with ST Segment Changes. *Cardiology.* 1992; 81: 75-80. doi: 10.1159/000175779.