

INDICAÇÕES E AVANÇOS DO TESTE DE ESFORÇO NO DIAGNÓSTICO DE DOENÇA ARTERIAL CORONÁRIA

WILLIAM AZEM CHALELA, CHARLES GARIA DE OLIVEIRA, PAULO JORGE MOFFA,
ANDREA MARINHO FALCÃO, JÚLIO CESAR KRELING

Serviço de Radioisótopos e Eletrocardiologia — Instituto do Coração (InCor) — HC-FMUSP

Endereço para correspondência: Av. Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 44 —
CEP 05403-900 — São Paulo — SP

O teste de esforço tem por objetivo submeter o paciente a estresse físico programado e personalizado, com a finalidade de avaliar a resposta clínica, hemodinâmica, eletrocardiográfica e metabólica ao esforço. Essa avaliação permite: a detecção de isquemia miocárdica, arritmias cardíacas e distúrbios hemodinâmicos esforço-induzidos; a avaliação da capacidade funcional; a avaliação diagnóstica e prognóstica das doenças cardiovasculares; a prescrição de exercícios; a avaliação objetiva dos resultados de intervenções terapêuticas; e a demonstração ao paciente e familiares de suas reais condições físicas e perícia médica. O teste é de grande valia no estabelecimento do diagnóstico e orientação das condutas a serem tomadas, participando especialmente no processo de prevenção tanto primária como secundária da doença arterial coronária.

A interpretação moderna do teste de esforço e as implicações para a tomada de decisão sobre o tipo de terapêutica a ser empregado baseiam-se na análise multifatorial, que compreende a avaliação das respostas clínicas, hemodinâmicas e eletrocardiográficas frente ao esforço. As modificações eletrocardiográficas relacionadas à isquemia que ocorrem durante a realização do teste são expressas nos segmentos TQ, ST e onda T, sendo difícil, por vezes, a diferenciação com outras condições que podem mimetizar os padrões morfológicos. Assim, torna-se necessária a avaliação adicional e conjunta dos outros parâmetros clínicos, durante o exercício e mesmo até a utilização de escores diagnósticos, na caracterização da probabilidade pós-teste de doença coronária, de fundamental importância no processo da decisão clínica.

Palavras-chave: teste de esforço, doença arterial coronária, diagnóstico, prognóstico, método não-invasivo.

(Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2002;1:1-13)

RSCESP (72594)-1187

INTRODUÇÃO

Desde que foi introduzido no Brasil, em 1972, a partir do pioneirismo dos professores Josef Feher e Helio Magalhães, o teste de esforço experimentou extraordinário crescimento em sua aplicação. Como importante método de diagnóstico, passou a ser utilizado na rotina de diversos serviços em todo o país.

O exercício é um esforço fisiológico comumente utilizado para evidenciar anormalidades cardiovasculares ausentes em repouso e para

determinar a adequação da função cardíaca. O teste de esforço é um dos exames não-invasivos mais usados para avaliar pacientes com doença cardiovascular suspeita ou conhecida. Por causa do baixo custo, da fácil execução e da alta reprodutibilidade, e concebendo a realidade social de nosso país, esse método poderá ter indicação ainda mais abrangente na prática clínica comparativamente às indicações que serão formalmente referidas neste capítulo.

O teste de esforço tem por objetivo submeter o paciente a estresse físico programado e

personalizado, com a finalidade de avaliar as respostas clínica, hemodinâmica, eletrocardiográfica e metabólica ao esforço. Essa avaliação possibilita: a detecção de isquemia miocárdica, arritmias cardíacas e distúrbios hemodinâmicos esforço-induzidos; a avaliação da capacidade funcional; a avaliação do diagnóstico e prognóstico das doenças cardiovasculares; a prescrição de exercícios; a avaliação objetiva dos resultados das intervenções terapêuticas; e a demonstração ao paciente e familiares de suas reais condições físicas e perícia médica.

INDICAÇÕES

A diretriz para o uso do teste de esforço considera útil o teste de esforço para diagnóstico, para estratificação de risco em pacientes com doença arterial coronária ou após infarto agudo do miocárdio, e para populações específicas. As indicações para a utilização do teste de esforço

veis de evidências utilizados estão apresentados na Tabela 1.

NA DOENÇA ARTERIAL CORONÁRIA

O teste de esforço é considerado claramente apropriado para o diagnóstico de doença coronária na maioria dos adultos com risco intermediário de doença coronária (Tab. 2). A importância do uso do teste de esforço em pacientes com risco intermediário⁽²⁾ para doença coronária está no fato de o resultado do teste não alterar o diagnóstico de pacientes considerados de baixo e alto risco de doença coronária, baseado na idade e em outros dados clínicos (Tab. 3)⁽³⁾.

A diretriz observa especificamente que o teste de esforço é indicado para pacientes com bloqueio completo de ramo direito ou infradesnivelemento do ST menor que 1 mm em repouso. Também conclui que a interrupção da terapia com digoxina e betabloqueadores não é neces-

Tabela 1. Graus de recomendações e níveis de evidências segundo a II Diretriz para Teste Ergométrico da SBC/DERC.

Definições	
<i>Graus</i>	
A) Definitivamente recomendada	A realização do exame é sempre aceitável e segura, definitivamente útil, de eficácia e efetividade comprovadas.
B) Recomendável	A realização do exame é aceitável e segura, clinicamente útil, mas ainda não há indicação absoluta para sua realização.
B1) Evidência muito boa	Considerado exame de escolha.
B2) Evidência razoável	Considerado exame opcional ou alternativo.
C) Não recomendável	O exame não tem utilidade clínica ou pode até ser prejudicial.
<i>Níveis de evidências</i>	
1	Dados derivados de múltiplos estudos envolvendo grande número de pacientes.
2	Dados derivados de um número limitado de estudos, que incluíram pequeno número de pacientes, ou de análise cuidadosa de estudos ou registros observacionais.
3	Quando a base primária para a recomendação se relacionou às informações provenientes de um consenso de especialistas.

foram baseadas exclusivamente na II Diretriz para Teste Ergométrico da Sociedade Brasileira de Cardiologia e do Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular (SBC/DERC)⁽⁴⁾, cujos graus de recomendações e ní-

sária antes do teste de esforço, mesmo que os efeitos dessas medicações possam, às vezes, complicar a interpretação dos resultados; entretanto, quando a finalidade for diagnóstica, recomenda-se a suspensão dos medicamentos an-

Tabela 2. Indicações do teste de esforço na doença arterial coronária.

Graus	Indicações	Níveis
A	Avaliação de homens ou mulheres com dor torácica típica	1
	Avaliação pós-infarto agudo do miocárdio em evolução precoce e tardia, não-complicada	1
B1	Doença arterial coronária crônica com modificações no quadro clínico e/ou no eletrocardiograma, desde que estáveis	1
	Pré-angioplastia coronária	1
	Pré-cirurgia de revascularização miocárdica	1
	Estratificação de risco de dor torácica na sala de emergência, com protocolos específicos	2
	Avaliação seriada de pacientes com doença arterial coronária em programas de reabilitação cardiovascular	2
	Avaliação de indivíduos assintomáticos com mais de dois fatores de risco	2
	Avaliação de terapêutica farmacológica	2
	Avaliação após angioplastia coronária	2
	Avaliação após cirurgia de revascularização miocárdica	2
	Avaliação prognóstica e evolutiva de doença arterial coronária, anual, de acordo com a condição clínica	2
B2	Investigação de alterações de repolarização ventricular no eletrocardiograma de repouso	2
	Complementação de outros métodos que tenham evidenciado suspeita de doença arterial coronária	2
	Avaliação de risco em cirurgia não-cardíaca, em pacientes com fator de risco cardiovascular	2
	Perícia médica: pesquisa de doença arterial coronária obstrutiva para fins trabalhistas ou de seguro	3
	Diagnóstico de doença arterial coronária em pacientes com bloqueio de ramo esquerdo, síndrome de Wolff-Parkinson-White ou ritmo de marcapasso artificial	2
	Angina instável progressiva ou de repouso, não estabilizada	3
	Infarto agudo do miocárdio em evolução ou com complicações	3
C	Lesão significativa de tronco de coronária esquerda ou equivalente conhecida	2

tes da realização da prova de esforço.

Nos pacientes com suspeita ou confirmação de doença coronária (Tab. 2), o teste de esforço é muito útil como parte da avaliação inicial, uma vez que os resultados podem ajudar a identificar subpopulações de alto risco e que terão, provavelmente, melhora da sobrevida com a revascularização cirúrgica ou angioplastia coronária. O teste de esforço também é indicado para pacientes que tiveram mudança significativa da condição clínica, pois pode esclarecer se os novos sintomas são decorrentes da doença coronária. Também é recomendado para pacientes com angina instável tão logo estejam estabi-

lizados clinicamente (Tab. 2).

Após o infarto do miocárdio, a diretriz apóia fortemente um ou dois testes de esforço para estratificação de risco (Tab. 2). Testes submáximos são apropriados antes da alta hospitalar. Se o teste antes da alta não for realizado, testes limitados por sintomas por volta de 14 a 21 dias após o infarto são apropriados. Se for realizado antes da alta, outro teste limitado por sintomas deve ser feito três a seis semanas após o infarto.

Nas mulheres, a diretriz recomenda que as estratégias do teste de esforço sejam as mesmas dos homens. Sabe-se dos problemas com

Tabela 3. Probabilidade de doença coronária por idade, sexo e sintomas^(*).

Idade* (anos)	Sexo	Angina típica	Dor atípica (provável angina)	Dor torácica não-anginosa	Assintomático
30-39	Homens	Intermediária	Intermediária	Baixa	Muito baixa
	Mulheres	Intermediária	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa
40-49	Homens	Alta	Intermediária	Intermediária	Baixa
	Mulheres	Intermediária	Baixa	Muito baixa	Muito baixa
50-59	Homens	Alta	Intermediária	Intermediária	Baixa
	Mulheres	Intermediária	Intermediária	Baixa	Muito baixa
60-69	Homens	Alta	Intermediária	Intermediária	Baixa
	Mulheres	Alta	Intermediária	Intermediária	Baixa

* Não há dados de pacientes com idade inferior a 30 ou superior a 69 anos, mas pode-se assumir que a prevalência de doença coronária aumenta com a idade. Em alguns poucos casos, pacientes com idades nos extremos das décadas listadas têm chances ligeiramente superiores ou inferiores. Probabilidade de apresentar doença arterial coronária: alta, 90%; intermediária, 10% a 90%; baixa, inferior a 10%; e muito baixa, inferior a 5%.

resultados falsos positivos, mas os dados são insuficientes para indicar um exame de imagem como teste inicial para doença coronária em mulheres.

EM INDIVÍDUOS ASSINTOMÁTICOS OU ATLETAS

A diretriz, no geral, não recomenda o uso de testes de esforço para "screening" de pacientes assintomáticos. Embora reconhecendo que a recomendação discorda da prática usual, conclui que pela baixa prevalência de doença coronária nesse grupo ocorre elevada incidência de resultados falsos positivos. O valor preditivo para eventos futuros (angina, infarto agudo do mio-

cárdio e morte) é pequeno, devendo, em casos selecionados, haver investigação complementar. Não está recomendada, portanto, a aplicação indiscriminada do teste de esforço como elemento de apoio ao diagnóstico nessa população.

Deve-se ressaltar que os objetivos principais nessa população são⁽¹⁾: avaliação funcional; motivação para mudança dos hábitos de vida; programação de exercícios físicos; complementação de avaliação clínica rotineira; e identificação de indivíduos sob risco de morte súbita na atividade desportiva (Tab. 4).

NA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA

Sendo a hipertensão arterial sistêmica um

Tabela 4. Indicações do teste de esforço em indivíduos assintomáticos ou atletas.

Graus	Indicações	Níveis
A	Avaliação de indivíduos com história familiar de doença arterial coronária precoce ou morte súbita	2
B1	Avaliação de candidatos a programas de exercício (homem > 40 anos e mulher > 50 anos)	3
	Avaliação de indivíduos com ocupações especiais responsáveis pela vida de outros	3
	Avaliação de candidatos a programas de exercício com > 1 resposta positiva no PAR-Q	3
	Avaliação inicial de atletas de competição	2
B2	Avaliação funcional seriada de atletas, para ajustes de prescrição do exercício	2

Tabela 5. Indicações do teste de esforço em portadores de hipertensão arterial sistêmica.

Graus	Indicações	Níveis
A	Investigação de doença arterial coronária em indivíduos hipertensos com mais de um fator de risco	1
B1	Estudo do comportamento da pressão arterial frente ao exercício em indivíduos com história familiar de hipertensão arterial sistêmica ou com suspeita de síndrome plurimetabólica	2
B2	Investigação de hipertensão arterial sistêmica em pacientes com evidência de comportamento anômalo	2
	Diagnóstico de doença arterial coronária em pacientes com hipertensão arterial sistêmica e sobrecarga ventricular esquerda no eletrocardiograma	2
	Diagnóstico de doença arterial coronária em pacientes com hipertensão arterial sistêmica em uso de drogas que alteram a resposta cardiovascular (betabloqueadores, bloqueadores do canal de cálcio e nitratos)	2
C	Avaliação de pacientes com hipertensão arterial sistêmica descompensada (pressão arterial > 240/120 mmHg)	3

fator de risco para doença coronária, o teste de esforço permite confirmar o diagnóstico em pacientes com sintomas sugestivos de isquemia miocárdica (Tab. 5). Entretanto, em pacientes hipertensos com alterações no eletrocardiograma de repouso compatíveis com sobrecarga ventricular esquerda, o valor preditivo positivo do teste pode ser prejudicado pela maior incidência de infradesnível do segmento ST mesmo na ausência de doença coronária obstrutiva. Essas alterações podem, no entanto, corresponder à isquemia secundária à desproporção entre oferta e demanda de oxigênio no miocárdio sobrecarregado, ou, ainda, representar resultados falsos positivos. Assim, em pacientes com hipertensão arterial e alterações da repolarização ventricular secundária, é desejável a complementação diagnóstica com métodos de imagem.

Por outro lado, o alto valor preditivo negativo nessa população torna o exame ideal para rastreamento inicial de doença coronária, uma vez que, na presença de teste inicial negativo, a probabilidade da existência de doença se torna reduzida.

Existe controvérsia quanto ao papel do teste de esforço na avaliação da resposta pressórica ao esforço (Tab. 5). A falta de critérios mais precisos dificulta sua aplicabilidade.

NAS VALVOPATIAS

A diretriz recomenda apenas uso limitado do

teste de esforço como parte da rotina de pacientes com doença valvar. A utilidade primária do teste de esforço, nesses pacientes, é a avaliação de sintomas, capacidade de exercício e extensão das limitações (Tab. 6). O uso do teste de esforço para "screening", porém, foi considerado inapropriado (Tab. 6).

Ao eletrocardiograma de repouso de muitos valvopatias, observam-se alterações da repolarização ventricular secundárias à própria valvopatia, limitando a indicação do teste de esforço para diagnóstico de isquemia miocárdica esforço-induzida.

NA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA E NAS CARDIOMIOPATIAS

O teste de esforço ganha especial utilidade no manejo de portadores de insuficiência cardíaca congestiva quando realizado simultaneamente com a análise dos gases expirados, na ergoespirometria. O método permite: diagnóstico de isquemia como fator etiológico na insuficiência cardíaca congestiva; avaliação objetiva da capacidade funcional; avaliação prognóstica para indicação de transplante cardíaco; avaliação para programas de exercícios e diagnóstico diferencial da dispnéia aos esforços. A classificação da New York Heart Association (NYHA), obtida facilmente por meio da anamnese do paciente, permite a avaliação da gravidade da in-

Tabela 6. Indicações do teste de esforço nas valvopatias.

Graus	Indicações	Níveis
A	Avaliação da capacidade funcional e de sintomas em pacientes com insuficiência aórtica e sintomas duvidosos ou de origem não esclarecida	2
B1	Avaliação da capacidade funcional de pacientes com valvopatia leve a moderada para esclarecer sintomas, orientar atividade física ou auxiliar na indicação cirúrgica	2
	Avaliação prognóstica antes da troca valvar em pacientes com insuficiência aórtica e insuficiência ventricular esquerda	2
	Avaliação em pacientes com insuficiência aórtica para detectar piora na capacidade funcional	2
B2	Quando associado à ecocardiografia, para avaliação de pacientes com estenose mitral leve (área entre 1,5 cm ² e 2,0 cm ²), sintomáticos (classe funcional II-IV)	2
C	Diagnóstico de doença arterial coronária em pacientes com valvopatia	2
	Avaliação da capacidade funcional em pacientes com estenose aórtica ou mitral grave	2

suficiência cardíaca, apesar da baixa reprodutibilidade. A classificação objetiva da capacidade funcional, por meio da medida direta do VO₂ máximo na ergoespirometria, é fundamental quando implicar decisões importantes, como a indicação de transplante cardíaco.

Apesar de o ideal ser a realização do exame acompanhado da análise dos gases expirados

e da ventilação, o teste de esforço convencional pode ser empregado com as devidas restrições e adequações. A principal delas diz respeito à não-valorização das estimativas de VO₂ por fórmulas, as quais podem apresentar grandes variações quando comparadas a medidas diretas.

As principais indicações do teste de esforço nesse grupo estão contidas na Tabela 7.

Tabela 7. Indicações do teste de esforço na insuficiência cardíaca e nas cardiomiopatias.

Graus	Indicações	Níveis
A	Investigação de doença arterial coronária como causa da insuficiência cardíaca congestiva em pacientes sem etiologia definida	1
	Teste com análise de gases para seleção de pacientes para transplante cardíaco	1
	Identificação de mecanismos fisiopatológicos e esclarecimento de sintomas	2
B2	Para a elaboração da prescrição de exercício	2
	Determinação do nível necessário de supervisão e monitorização do programa de exercício	2
	Avaliação da gravidade da síndrome	2
	Avaliação da resposta a intervenções terapêuticas	2
C	Miocardite e pericardite aguda	2
	Seleção para transplante cardíaco, com base nos valores de VO ₂ obtidos indiretamente	2
	Para diagnóstico de insuficiência cardíaca	3

Tabela 8. Indicações do teste de esforço na investigação de alterações do ritmo cardíaco e marcapasso.

Graus	Indicações	Níveis
A	Recuperados de parada cardiorrespiratória, para identificação de doença arterial coronária ou de arritmias esforço-induzidas	2
	Avaliação da resposta cronotrópica ao exercício em portadores de bloqueio atrioventricular total congênito	2
	Avaliação da resposta cronotrópica ao exercício em portadores de doença do nó sinusal	2
B1	Estabelecimento de correlação entre sintomas e arritmias desencadeados pelo esforço	2
	Estudo da reprodutibilidade e comportamento das arritmias frente ao esforço	2
	Avaliação da terapêutica em arritmias desencadeadas ou agravadas pelo esforço	2
	Estratificação de risco para desenvolvimento de arritmias na síndrome de Wolff-Parkinson-White	2
	Deteção de arritmias em portadores de miocardiopatia hipertrófica não-obstrutiva	2
	Avaliação funcional em pacientes com marcapasso e resposta variável à FC predeterminada ou dependente de biossensores	2
	Avaliação de pacientes com arritmias em programas de condicionamento físico	2
B2	Síndrome do QT longo, com antecedentes ou história familiar de síncope ou morte súbita	2
	Arritmias paroxísticas em crise	2
C	Arritmias ventriculares complexas não-controladas	2
	Avaliação de pacientes em uso de marcapasso com frequência fixa	2
	Bloqueio atrioventricular de grau elevado e baixa frequência ventricular	2

Tabela 9. Indicações do teste de esforço em associação com outros métodos.

Graus	Indicações
B1	Testes anormais em portadores de doença cardíaca valvar; doença cardíaca congênita; cardiomiopatias; hipertrofia ventricular esquerda (inclusive a do atleta); duplo produto elevado
	Situações em que não é possível utilizar os critérios eletrocardiográficos: bloqueio de ramo esquerdo; síndrome de Wolff-Parkinson-White; variantes da síndrome de pré-excitação; supradesnível do segmento ST em área eletricamente inativa; utilização de fármacos específicos (compostos digitálicos, hormônios femininos)
	Situações em que é preciso definir anatomicamente a zona isquêmica: na presença de sintomas sugestivos de doença arterial coronária, em pacientes submetidos a revascularização do miocárdio incompleta, cirúrgica ou por angioplastia transluminal coronariana
	Situações em que o teste de esforço foi ineficaz: testes normais nos pacientes com incompetência cronotrópica e/ou capacidade funcional < 5 METS e/ou déficit inotrópico e/ou arritmias complexas induzidas ao esforço
	Situações em que há discordância entre a probabilidade pré-teste e o resultado: em indivíduos com alta probabilidade de doença arterial coronária pré-teste e teste de esforço normal ou baixa probabilidade pré-teste de doença arterial coronária e teste de esforço anormal

INVESTIGAÇÃO DE ALTERAÇÕES DO RITMO CARDÍACO E MARCAPASSO

As indicações do teste de esforço foram consideradas restritas para a avaliação de alterações do ritmo, incluindo o uso de marcapasso ritmo-adaptado (Tab. 8). Pacientes com arritmias conhecidas ou suspeitas induzidas por esforço foram considerados candidatos adequados ao teste de esforço (Tab. 8). O teste de esforço também foi considerado adequado para avaliar o tratamento de pacientes com arritmias induzidas por esforço.

POPULAÇÕES ESPECIAIS

Referem-se às aplicações do teste de esforço em populações selecionadas para avaliação funcional: cardiopatias congênitas, doenças não-cardíacas, crianças com sopro ou disfunções leves, arritmias ou pós-operatório de cardiopatias congênitas.

TESTE DE ESFORÇO EM ASSOCIAÇÃO COM OUTROS MÉTODOS

Os métodos complementares não-invasivos associados ao teste de esforço, que fazem parte do método de avaliação dos cardiopatas, são a cintilografia de perfusão miocárdica, a ventriculografia radioisotópica, a ecocardiografia de esforço e o teste cardiopulmonar (ergoespirometria). Sua utilização permite superar as limitações do teste de esforço, quer por problemas técnicos do método, quer por características peculiares da população estudada (Tab. 9).

AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO PARA DOENÇA ARTERIAL CORONÁRIA

A maioria dos estudos⁽⁴⁻⁷⁾ demonstra sensibilidade entre 50% e 72% (média de 67%) e especificidade entre 69% e 74% (média de 71%). É importante, no entanto, ressaltar as limitações desses valores, uma vez que o padrão-ouro de comparação é a cineangiocoronariografia, que analisa apenas a anatomia da árvore arterial coronária. É conhecimento vigente que estágios iniciais da doença arterial coronária podem determinar disfunção endotelial e desencadear respostas anormais da vasculatura coronária, mesmo na ausência de doença obstrutiva. Outra dificuldade é a grande diversidade das po-

pulações estudadas, nem sempre superponíveis⁽⁸⁾, e o valor preditivo do teste de esforço está diretamente relacionado à prevalência da doença na população estudada^(9,10). O teste de esforço tende a ser menos sensível em pacientes com infarto extenso de parede anterior e quando é usado um número limitado de derivações. Aproximadamente 75% a 80% das informações diagnósticas do infradesnível do ST induzido por esforço estão nas derivações V_4 a V_6 . O teste de esforço é menos específico quando pacientes com resultados falsos positivos são incluídos — aqueles com doença valvar, hipertrofia ventricular esquerda, infradesnívelamento significativo do ST em repouso ou tratamento com digitálicos. A Tabela 10 lista as causas não-coronárias mais comuns de infradesnívelamento do ST induzido por esforço. O resultado falso positivo está mais associado a alterações apenas nas derivações inferiores⁽³⁾ (D_2 , D_3 , aV_f) e em níveis altos de exercício.

Tabela 10. Causas não-coronárias de infradesnívelamento do ST.

- Estenose aórtica grave.
- Hipertensão grave.
- Cardiomiopatia.
- Anemia.
- Hipocalemia.
- Hipoxia grave.
- Uso de digitálicos.
- Esforço súbito excessivo.
- Carga de glicose.
- Hipertrofia ventricular esquerda.
- Hiperventilação.
- Prolapso de valva mitral.
- Distúrbio de condução intraventricular.
- Síndrome de pré-excitação.
- Sobrecarga acentuada de volume (regurgitação aórtica, mitral).
- Taquiarritmias supraventriculares.

A análise pré-teste é de fundamental importância para a interpretação do teste. Para tanto, é necessário conhecer a história clínica, os fatores de risco e os sintomas, especialmente dor torácica, bem como fazer um exame físico sumário. Os dados devem sempre ser analisados em função da idade e do sexo (Tab. 3). Todos esses parâmetros fazem parte da análise baye-

siana da probabilidade, que pode ser resumida da seguinte maneira: a probabilidade de um indivíduo ter a doença é igual à probabilidade pré-teste desse indivíduo “versus” o índice de probabilidade de o teste ser positivo. Esse índice depende de características peculiares do teste, tais como sensibilidade e especificidade. Conhecendo essas variáveis, pode-se indicar corretamente o teste de esforço bem como dimensionar o real valor de seus resultados.

Análise bayesiana e multivariada na interpretação dos resultados

Teoria bayesiana

A magnitude do infradesnívelamento do segmento ST induzido por exercício e a extensão da resposta isquêmica do miocárdio podem ser consideradas variáveis contínuas. O limite de 1 mm de magnitude em relação à linha de base para o segmento ST não é suficiente para discriminar os pacientes doentes dos saudáveis; se esse critério do segmento ST for aumentado, a especificidade também será aumentada e a sensibilidade, diminuída. Sensibilidade e especificidade são inversamente proporcionais, e resultados falsos negativos e falsos positivos são esperados quando esse critério eletrocardiográfico é escolhido para comparação com a angiografia, para otimização da acurácia do teste^(10,11).

O uso da teoria bayesiana incorpora o risco da doença antes do teste e a sensibilidade e a especificidade do teste (razão de chances), para, assim, determinar a probabilidade da doença coronária após o teste. Os resultados da avaliação clínica do paciente e do teste de esforço são usados para a estimativa final do risco para doença arterial coronária. Angina atípica ou provável angina em um paciente de 50 anos e masculino, ou de 60 anos e feminino, está associada a aproximadamente 50% de chance de doença arterial coronária antes do teste de esforço. O poder diagnóstico do teste de esforço é máximo quando a probabilidade da doença pré-teste é intermediária⁽¹²⁾ (30% a 70%).

Torna-se dedutiva a informação de que nenhum teste diagnóstico é perfeitamente sensível e/ou específico, que os resultados são afetados pela probabilidade pré-teste de doença, e que a interpretação das alterações do segmento ST/T devem ser feitas à luz da análise multifatorial, combinando respostas clínicas e hemodinâmicas. Além da melhora da acurácia diagnóstica, nitidamente adiciona valor prognóstico

ao teste⁽¹³⁾, que atualmente resgata, de modo racional, o teste ergométrico dentro dos algoritmos de decisão clínica⁽¹⁴⁾.

Análise multivariada⁽¹²⁾

A análise multivariada do teste de esforço para estimar o risco pós-teste também pode fornecer informações diagnósticas importantes. As análises multivariadas oferecem como vantagem o fato de que os testes não precisam ser independentes entre si ou de que a sensibilidade e a especificidade permaneçam constantes em uma larga variação de prevalência da doença. Entretanto, a análise multivariada depende criticamente de como os pacientes são selecionados para estabelecer os dados de referência. Ambas as abordagens, bayesiana e multivariada, são comumente usadas para obter estimativas diagnósticas e prognósticas dos pacientes com doença coronária.

Gravidade da resposta eletrocardiográfica isquêmica

O resultado do teste de esforço tem maior chance de estar alterado em pacientes com doença arterial obstrutiva mais grave, mais extensa e após vários níveis extenuantes de exercícios. Angina e queda da pressão arterial com baixas cargas de esforços são parâmetros de exercícios mais importantes associados a prognóstico adverso e doença coronária de múltiplos vasos⁽¹²⁾. Outros marcadores adversos incluem infradesnívelamento do ST de grande magnitude, alterações isquêmicas em cinco ou mais derivações eletrocardiográficas e a persistência dessas alterações tardiamente na fase de recuperação (Tab. 11).

Escore para o diagnóstico de doença coronária

Análises estatísticas combinando história do paciente, características da dor no peito, dados hemodinâmicos e resposta do teste de esforço têm mostrado ser melhor preditor de doença arterial coronária que o simples critério eletrocardiográfico do segmento ST⁽¹⁵⁾. Diversos estudos⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ demonstram que o valor diagnóstico do teste de esforço pode melhorar de forma significativa se forem considerados vários fatores em sua interpretação. Embora as diretrizes americanas (American College of Cardiology/American Heart Association)⁽³⁾ recomendem o uso de equações para melhorar o valor do teste de esforço, na prática isso não ocorre com frequên-

Tabela 11. Parâmetros de exercício associados a prognóstico adverso e doença coronária de múltiplos vasos.

- Duração do teste limitado por sintomas < 6 METs.
- Incapacidade de aumentar a pressão sistólica ≥ 120 mmHg ou diminuição sustentada de ≥ 10 mmHg ou inferior aos valores de repouso, durante exercício progressivo.
- Infra ST ≥ 2 mm, inclinação negativa do segmento ST, começando em < 6 METs, envolvendo ≥ 5 derivações, persistindo por ≥ 5 minutos da recuperação.
- Supra ST induzido por esforço (exceto aV_r).
- Angina do peito com baixa carga de exercício.
- Taquicardia ventricular reprodutível sintomática ou sustentada (> 30s).

cia, por causa de sua complexidade.

Escore simplificado derivados de tais equações foram desenvolvidos para estimativa pré-teste^(3, 19) de doença arterial coronária e para avaliação prognóstica⁽²⁰⁻²²⁾, mas não com finalidade diagnóstica específica. Raxwal e colaboradores⁽²³⁾, em estudo recente, avaliaram 1.282 homens sem infarto prévio encaminhados para

análise de dor torácica, submetidos a teste ergométrico convencional e estudo cinecoronariográfico, propondo um modelo de regressão logística para prever doença arterial coronária significativa, com obstruções lumenais iguais ou maiores a 50%. Da análise das variáveis e coeficientes derivou-se um escore simplificado, com resultados variando de 6 a 95 pontos, caracterizando baixa (< 40), intermediária (entre 40 e 60) e elevada (> 60) probabilidade de doença. Outro grupo de 476 homens foi empregado para validação do escore derivado da população original (Fig. 1; Tab. 12).

A curva ROC para a resposta do segmento ST foi de 0,67, comparada com $0,79 \pm 0,01$ para o escore diagnóstico ($p < 0,001$). A prevalência de doença significativa para a população estudada foi de 27% no subgrupo de baixa probabilidade, 62% no de probabilidade intermediária e de 92% no de probabilidade elevada, similar à da amostra definida como grupo de validação do escore. A Tabela 13 mostra a comparação das sensibilidades e das especificidades com os valores de corte de outros escores e da interpretação isolada do segmento ST. Utilizando-se a acurácia preditiva, método que permite o cálculo de quantos pacientes a mais são corretamente classificados por determinado método comparado com outro, observou-se que 7

Tabela 12. Valores atribuídos ao comportamento das variáveis durante o exercício e para a caracterização clínica da probabilidade pré-teste de doença arterial coronária.

Variável	Resposta — Exercício	Somatória
Frequência cardíaca máxima alcançada	< 100 bpm = 30 100 bpm-129 bpm = 24 130 bpm-159 bpm = 18 160 bpm-189 bpm = 12 190 bpm-220 bpm = 6	Resultados < 40 = baixa probabilidade
Depressão de ST	1 mm-2 mm = 15 > 2 mm = 25	40-60 = probabilidade intermediária
Idade	> 55 anos = 20 40-55 anos = 12	
Dor torácica — história	Angina = 5 Atípica = 3 Não-cardíaca = 1	> 60 = elevada probabilidade
Angina induzida	Sim = 3 Motivo de interrupção = 5	
Colesterol elevado	Sim = 5	
Diabete	Sim = 5	

Tabela 13. Sensibilidade, especificidade e acurácia dos escores comparados com o infradesnível do segmento ST ao teste de esforço. ⁽²³⁾

Variáveis	Valor de corte	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)	Acurácia (%)
Infradesnível do segmento ST	1 mm	50	80	62
Escore pré-teste (Morise) ⁽¹⁹⁾	13 pontos	50	75	60
Escore diagnóstico	50 pontos	61	80	69
Escore de Duke	1 ponto	54	81	65

$$(6 \times \text{FCMax}) + (5 \times \text{ST}) + (4 \times \text{idade}) \\ + \text{angina} + \text{colesterol} + \text{diabete} \\ + \text{índice de angina}$$

Figura 1. Fórmula para estimativa de doença arterial coronária significativa, derivando-se escore que emprega variáveis clínicas pré-teste e ergométricas.

FCMax = índice de frequência cardíaca máxima alcançada; ST = índice de depressão de ST; idade = valores numéricos atribuídos a duas faixas etárias estabelecidas; angina = codificação para caracterização da dor torácica na história clínica; colesterol = valores numéricos atribuídos à presença de hipercolesterolemia; diabete = valores numéricos atribuídos à presença da doença; índice de angina = valores numéricos atribuídos à presença do sintoma, limitante ou não.

adicionais de 100 testados foram caracterizados adequadamente pelo escore proposto, comparando-se com a análise isolada de segmento ST. Considerando-se, ainda, que o grupo de probabilidade intermediária irá eventualmente ser definido por outros testes complementares (incluindo coronariografia), a sensibilidade alcançou 88% e a especificidade, 96%, na população e estratégia empregadas. Entretanto, em 442 mulheres sintomáticas, esse escore não mostrou boa correlação (curva ROC < 0,65), demonstrando, então, a necessidade de se desenvolver escores específicos para o sexo feminino.

CONCLUSÃO

Considerando-se as diferentes populações encaminhadas, a realização de testes de esforço, com aplicações, contra-indicações e índices diagnósticos e mesmo prognósticos perfeitamente estabelecidos para a busca da isquemia

e de eventos no seguimento da doença coronária, a interpretação atual e as implicações para a decisão sobre o tipo de abordagem a ser tomada baseiam-se na análise multifatorial, que compreende a avaliação das respostas clínicas, hemodinâmicas e eletrocardiográficas frente ao teste de esforço. Nos dias de hoje, é possível empregar-se fórmulas matemáticas que combinam os resultados do teste com vários outros fatores clínicos, com a intenção de melhorar o poder diagnóstico para a doença arterial coronária. Mesmo conhecendo-se as limitações do teste de esforço quando aplicado como “screening” para doença coronária em indivíduos assintomáticos e com baixa probabilidade pré-teste de doença, o menor valor preditivo para reestenose ou perviabilidade de enxertos após a revascularização cirúrgica, e a menor acurácia documentada para o sexo feminino, continua sendo o método de melhor relação custo-efetividade na investigação da doença coronária, ressaltando-se os graus de recomendações A e B1.

INDICATIONS AND ADVANCES IN DIAGNOSE OF CORONARY ARTERY DISEASE THROUGH EXERCISE STRESS TESTING

WILLIAM AZEM CHALELA, CHARLES GARIA DE OLIVEIRA, PAULO JORGE MOFFA,
ANDREA MARINHO FALCÃO, JÚLIO CESAR KRELING

The objective of exercise stress testing is to undergo patients at schedule physical stress. It is performed in order to detect myocardial ischaemia, cardiac arrhythmias and exercise-induced hemodynamic disturbances, to evaluate functional capacity, in diagnose and risk stratification of cardiovascular disease, to develop exercise prescription for cardiac rehabilitation, to evaluate objectives changes after therapeutic procedures, to demonstrate and stimulate the patients' self-confidence and in medical skill. Exercise stress testing is widely used as non-invasive approach to diagnose establishment as well as a therapeutic guide. Moreover, it participates in primary and secondary prevention of coronary artery disease.

The current interpretation of exercise stress testing and the implications to take a clinical decision has been related by a multi-factorial analysis from the variables obtained during the whole procedure, such as electrocardiographic, hemodynamic and clinical cardiovascular responses. The electrocardiographic abnormalities during exercise stress testing in patients with ischaemia are frequently related to TQ and ST segments or T wave. Sometimes coronary artery disease is not responsible for the electrocardiographic abnormalities and we must investigate the previous clinical information, other exercise stress testing parameters and the use of diagnostic scores to better assess the post-test probability and to help in the clinical management decision.

Key words: exercise test, coronary artery disease, diagnostic, prognostic, non-invasive method.

(Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2002;1:1-13)

RSCESP (72594)-1187

REFERÊNCIAS

1. II Diretriz para Teste Ergométrico da Sociedade Brasileira de Cardiologia e Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular — Recife, PE — 2001. Arq Bras Cardiol 2002;78(5).
2. Morise AP. Are the American College of Cardiology/American Heart Association guidelines for exercise testing for suspected coronary artery disease correct? Chest 2000;118: 535-41.
3. Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al. ACC/AHA guidelines for exercise testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association. Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). J Am Coll Cardiol 1997;30(1): 260-315.
4. Detrano R, Gianrossi R, Froelicher V. The diagnostic accuracy of the exercise electrocardiogram: a meta-analysis of 22 years of research. Prog Cardiovasc Dis 1989;32(3):173-206.
5. Gianrossi R, Detrano R, Mulvihill D, et al. Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease: a meta-analysis. Circulation 1989;80(1):87-98.
6. Ladenheim ML, Kotler TS, Pollock BH, Berman DS, Diamond GA. Incremental prognostic power of clinical history, exercise electrocardiography, and myocardial perfusion scintigraphy in suspected coronary artery disease. Am J Cardiol 1987;59:270-7.
7. Ellestad MH, Wan MK. Predictive implications of stress testing. Follow-up of 2,700 subjects after maximum treadmill stress testing. Circulation 1975;51:363-9.

8. Moreno R, Cantalpiedra JL, As EL, et al. Determinants of a positive exercise test in patients admitted with non-infarct chest pain. *Int J Cardiol* 1998;66:147-51.
9. Brunelli C, Cristofani R, L'Abbate A. Long-term survival in medically treated patients with ischaemic heart disease and prognostic importance of clinical and electrocardiographic data (the Italian CNR Multicentre Prospective Study OD1). *Eur Heart J* 1989;10(4):292-303.
10. Volpi A, de Vita C, Franzoni MG, Geraci E, Maggioni AP, Mauri F, et al. Predictors of non-fatal reinfarction in survivors of myocardial infarction after thrombolysis: results of the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto Miocardico (GISSI-2) Data Base. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(3):608-15.
11. Honan MB, Bengston JR, Pryor DB, et al. Exercise treadmill testing is a poor predicting of anatomic restenosis after angioplasty for acute myocardial infarction. *Circulation* 1989;80:1585-94.
12. Chaitman BR. Exercise stress testing. In: Braunwald E, Zipes DP, Libby P, eds. *Heart Disease. A Textbook of Cardiovascular Disease*. 6ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 2001.
13. Mark DB, Shaw L, Harrell FE, et al. Prognostic value of a treadmill exercise score in outpatients with suspected coronary artery disease. *N Engl J Med* 1991;325(12):849-53.
14. Shaw LJ, Peterson ED, Shaw LK, et al. Use of a prognostic treadmill score in identifying diagnostic coronary disease subgroups. *Circulation* 1998;98(16):1622-30.
15. Yamada H, Do D, Morise A, et al. Review of studies utilizing multi-variable analysis of clinical and exercise test data to predict angiographic coronary artery disease. *Prog Cardiovasc Dis* 1997;39:457-81.
16. Hollenberg M, Budge WR, Wisneski JA, et al. Treadmill score quantifies electrocardiographic response to exercise and improves test accuracy and reproducibility. *Circulation* 1980;61:276-85.
17. Fisher LD, Kennedy JW, Chaitman BR, et al. Diagnostic quantification of CASS (Coronary Artery Surgery Study) clinical and exercise test results in determining presence and extent of coronary artery disease: a multivariate approach. *Circulation* 1981;63:987-1000.
18. Kansal S, Roitman D, Bradley EL Jr, et al. Enhanced evaluation of treadmill tests by means of scoring based on multivariate analysis and its clinical application: a study of 608 patients. *Am J Cardiol* 1983;39:457-81.
19. Morise AP, Haddad J, Beckner D. Development and validation of a clinical score to estimate the probability of coronary artery disease in men and women presenting with suspected coronary artery disease. *Am J Med* 1997;102:350-6.
20. Mark DB, Hlatky MA, Harrell FE, et al. Exercise treadmill score for predicting prognosis in coronary artery disease. *Ann Intern Med* 1987;106:793-800.
21. Kesler KL, O'Brien JE, Peterson ED, et al. Examining the prognostic accuracy of exercise treadmill testing in 1,617 symptomatic women. *Circulation* 1994;1:1-565.
22. Morrow K, Morris CK, Froelicher VF, et al. Prediction of cardiovascular death in men undergoing noninvasive evaluation for coronary artery disease. *Ann Intern Med* 1993;118:689-93.
23. Raxwal V, Shetler K, Morise A, et al. Simple treadmill score to diagnose coronary disease. *Chest* 2001;119:1933-40.