
TESTE ERGOMÉTRICO APÓS INTERVENÇÃO CORONÁRIA PERCUTÂNEA E CIRURGIA DE REVASCULARIZAÇÃO MIOCÁRDICA

WILLIAM A. CHALELA^{1,2}, RICA D. BUCHLER³, ANDRÉA M. FALCÃO^{1,2}, ROBERTO KALIL FILHO^{1,2}

Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo. 2009;19(3):427-37
RSCESP (72594)-1802

No acompanhamento dos pacientes submetidos a revascularização do miocárdio por cirurgia ou intervenção coronária percutânea, algumas das preocupações são a oclusão das pontes, a presença de reestenose ou a progressão da doença, principalmente em pacientes assintomáticos. Desse modo, torna-se necessária a utilização de exames para detecção precoce desses eventos.

O teste ergométrico é um dos métodos não-invasivos utilizados para esse fim, sendo fácil, seguro e, principalmente, de menor custo quando comparado aos métodos de imagem. Entretanto, quando estudado em grupos selecionados, como em pacientes com apenas um vaso doente e com eletrocardiograma de repouso sem alterações, o uso do teste ergométrico mostrou bons resultados. Além disso, alguns parâmetros do teste ergométrico têm valor significativo para avaliação de pacientes revascularizados ou após intervenção coronária percutânea. Mais especificamente, foi demonstrado que o tempo de duração do exercício é capaz de prever a presença ou não de reestenose e/ou novas lesões.

O teste ergométrico em indivíduos submetidos a intervenção coronária percutânea visa à abordagem não-invasiva da reestenose, fornecendo informações clínicas e prognósticas úteis na decisão clínica e no controle evolutivo. De acordo com dados publicados, 25% dos pacientes assintomáticos com reestenose apresentam isquemia silenciosa ao teste ergométrico.

A sensibilidade do teste ergométrico para diagnosticar reestenose é baixa, com valores que oscilam entre 40% e 50%. Meta-análise realizada relatou sensibilidade de 46% e especificidade de 77%, considerando reestenose lesão superior a 50%; quando considerado o percentual de reestenose superior a 70%, a sensibilidade passou a 50% e a especificidade, a 84%.

Conclui-se que o teste ergométrico, a princípio, não é um exame que demonstra boa associação com reestenose ou novas lesões em pacientes após cirurgia de revascularização do miocárdio ou intervenção coronária percutânea. Todavia, quando rea-

STRESS TESTING AFTER PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION AND CORONARY ARTERY BYPASS GRAFT

One of the most relevant concerns in the follow-up of patients undergoing coronary artery bypass graft (CABG), or percutaneous coronary intervention, is either graft occlusion, restenosis or progression of the disease, mainly in asymptomatic patients. Therefore, diagnostic tests for the early detection of such events are required.

Stress testing is one of the easiest, safest and less expensive noninvasive strategies used for that purpose, especially when compared to the imaging techniques. However, when selected groups of patients are evaluated, such as those with single vessel disease and rest electrocardiogram without abnormalities, the use of stress testing provides good results. Furthermore, some of the stress testing variables are significantly valuable to evaluate patients after coronary artery bypass graft or percutaneous coronary intervention. More specifically, it has been demonstrated that the time of exercise duration predicts the presence or absence of restenosis and/or new lesions.

Stress testing provides a noninvasive management of restenosis for percutaneous coronary intervention patients, in addition to clinical and prognostic information which is useful in the clinical decision making and the follow-up. According to published data, 25% of asymptomatic patients with restenosis present with silent ischemia on a stress test.

Stress testing has low sensitivity to diagnose restenosis, with values ranging from 40% to 50%. A metaanalysis reported sensitivity of 46% and specificity of 77% for a restenosis lesion greater than 50%; when restenosis was greater than 70%, sensitivity reached 50% and specificity 84%.

Our conclusion is that stress testing, at first sight, does not have a good association with restenosis or new lesions after CABG or percutaneous coronary intervention. However, when this method is used in specific groups and/or when it is multi-facto-

lizado em grupos específicos e/ou quando interpretado de forma multifatorial, observam-se resultados satisfatórios.

Descritores: Teste ergométrico. Intervenção coronária percutânea. Cirurgia de revascularização miocárdica. Reestenose.

rially interpreted, satisfactory results are observed.

Key words: Stress test. Percutaneous coronary intervention. Coronary artery bypass graft (CABG). Myocardial revascularization surgery. Restenosis.

¹ Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor/HC-FMUSP) – São Paulo, SP.

² Sociedade Beneficente de Senhoras do Hospital Sírio-Libanês – São Paulo, SP.

³ Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo, SP.

Endereço para correspondência:

William A. Chalela – InCor/HC-FMUSP – Av. Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 44 – Cerqueira César – São Paulo, SP – CEP 05403-900

INTRODUÇÃO

Dentre os métodos não-invasivos para identificação de oclusão das pontes, reestenose ou progressão da doença arterial coronária, o teste ergométrico tem sido amplamente utilizado na avaliação de sinais e sintomas de isquemia miocárdica, caracterizando-se por ser método de simples execução e seguro.

O teste ergométrico após revascularização miocárdica cirúrgica ou intervenção coronária percutânea ainda não é totalmente aceito como rotina de avaliação após procedimento, devendo-se ainda ser estabelecida a época correta para sua realização. Para stents sem eluição de medicamentos, costuma ser realizado entre o terceiro e o sexto meses de evolução, objetivando a detecção de reestenose. A associação dos métodos de imagem permite identificar a região isquêmica com maior acurácia que o teste ergométrico isoladamente.

A correta interpretação do teste ergométrico baseia-se na análise multifatorial dos comportamentos clínico, eletrocardiográfico e hemodinâmico observados durante e após o esforço, não se limitando apenas às modificações do segmento ST, motivo pelo qual o teste ergométrico, durante a década de 90, foi preterido, especialmente nos Estados Unidos, em benefício de provas associadas a imagens cardíacas¹.

TESTE ERGOMÉTRICO APÓS INTERVENÇÃO CORONÁRIA PERCUTÂNEA

Reestenose coronária – considerações gerais

A reestenose intrastent é fator limitante da intervenção coronária percutânea² e pode ser classificada em angiográfi-

ca ou clínica. A definição mais utilizada para reestenose angiográfica é a reestenose binária, definida como lesão $\geq 50\%$ em local previamente tratado³, que ocorre geralmente por hiperplasia intimal, recolhimento elástico e remodelamento negativo. Esse processo costuma se completar em torno de seis meses após o procedimento^{4,5}. A reestenose é um fenômeno multifatorial e relaciona-se ao paciente, à lesão e à intervenção propriamente dita^{6,7}. A reestenose clínica, relacionada a recorrência de sintomas, necessidade de revascularização da lesão-alvo e óbito, ocorre em cerca de metade dos pacientes com reestenose angiográfica e apresenta correlação com a gravidade da lesão⁸.

O teste ergométrico em indivíduos submetidos a intervenção coronária percutânea visa à abordagem não-invasiva da reestenose, fornecendo informações clínicas e prognósticas úteis na decisão clínica e no controle evolutivo. De acordo com Bengston et al., 25% dos pacientes assintomáticos com reestenose apresentam isquemia silenciosa ao teste ergométrico⁹.

A sensibilidade da prova de esforço para diagnosticar reestenose é baixa, com valores percentuais que oscilam entre 40% e 50%^{10,11}. Meta-análise realizada por Garzón e Eisenberg¹² evidenciou sensibilidade de 46% e especificidade de 77%, considerando reestenose como lesão superior a 50%. No entanto, quando considerado o percentual de reestenose superior a 70%, a sensibilidade foi de 50% e a especificidade, de 84%¹². Essa meta-análise contemplou populações heterogêneas com pacientes uniarteriais e multiarteriais, sintomáticos e assintomáticos. Assim, deve-se ressaltar que pacientes com lesões moderadas podem não apresentar alterações em provas não-invasivas.

A recorrência de sintomas possui baixa sensibilidade para detectar reestenose e isquemia miocárdica. Dados da literatura, baseados em vários estudos, relatam sensibilidade de 51%, especificidade de 75%, valor preditivo positivo de 62%, valor preditivo negativo de 77%, e acurácia de 71%^{12,13}.

A progressão da doença em pontos não tratados costuma ser de 7% ao ano em pacientes sintomáticos e assintomáticos¹³. Chalela et al., em nosso meio, relataram índices maiores, em torno de 21%¹⁴. As Figuras 1 a 4 ilustram o resultado evolutivo de paciente submetido a angioplastia primária com implante de stent por ocasião de infarto agudo do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST.

Ruygrok et al.⁶, em meta-análise realizada com diversos estudos multicêntricos, citam que metade dos pacientes com reestenose é assintomática⁶, dados corroborados pelo estudo publicado por Cutlip et al.¹⁵. Cerca de 25% dos pacientes assintomáticos podem apresentar isquemia ao esforço atribuída à revascularização incompleta e à ausência de alterações pela limitação do teste ergométrico em identificar lesões uniarteriais¹¹. Dados de literatura ressaltam a importância de a presença de isquemia silenciosa relacionar-se a maior risco de eventos adversos durante a evolução¹⁶⁻¹⁸. As diretrizes atuais ainda não recomendam que o teste ergométrico seja realizado rotineiramente em pacientes assintomáticos^{11,19}, mas indicado para subgrupos de maior risco como diabéticos, pacientes com lesão em artéria descendente anterior e portadores de disfunção ventricular esquerda¹¹.

O teste ergométrico para a detecção de reestenose costuma ser realizado em torno do sexto mês após o procedimento^{20,21}. Estudo realizado previamente não mostrou benefício na realização de provas funcionais frequentes e rotineiras após intervenções percutâneas²², mas a casuística não envolveu reestudo angiográfico durante a evolução. O *Aggressive Diagnosis of Restenosis* (ADORE) foi o primeiro estudo randomizado para avaliar a melhor estratégia de acompanhamento de pacientes submetidos a intervenção coronária percutânea. Os pacientes foram randomizados para teste ergométrico de acordo com a estratégia rotineira ou seletiva (apenas indicada por sintomas). Não houve diferença significativa entre as duas estratégias ao final de nove meses de acompanhamento. Os pacientes eram uniarteriais, portanto com revascularização completa, e não houve reestudo angiográfico protocolar²².

Mais recentemente, os mesmos autores publicaram o ADORE II para pacientes de alto risco. Foram randomizados 84 pacientes com pelo menos um dos seguintes critérios: múltiplas intervenções coronárias percutâneas, diabetes melito, intervenção em terço proximal da artéria descendente anterior ou fração de ejeção do ventrículo esquerdo < 35%.

Não houve diferença quanto à incidência de eventos para a estratégia rotineira ou seletiva, mas ao final de nove meses de evolução foi observada melhor capacidade funcional nos pacientes que realizaram o teste seis semanas e seis meses após intervenção coronária percutânea, ou seja, pela estratégia rotineira²³.

Em estudo prévio²⁴, foram avaliados 135 pacientes submetidos a implante eletivo de stent que realizaram teste ergométrico previamente ao reestudo angiográfico no sexto mês após o procedimento. Não houve associação da capacidade funcional e do tempo de exercício com reestenose. Por outro lado, em estudo que acompanhou a evolução da intervenção coronária percutânea em pacientes multiarteriais, o tempo de exercício foi significativamente maior nos pacientes sem reestenose¹⁴.

Em estudo publicado por Chalela et al.²⁰, foram avaliados, de forma seriada, pacientes que haviam realizado teste ergométrico previamente à intervenção coronária percutânea um mês, três meses e seis meses após o procedimento, quando então realizou-se reestudo angiográfico. Demonstrou-se melhor correlação com os dados angiográficos de controle em avaliações mais tardias²⁰. Considerando-se que a probabilidade pré-teste de reestenose é pequena durante o primeiro mês, o teste ergométrico deve ser realizado próximo ao sexto mês de evolução para detecção de reestenose em pacientes sintomáticos após intervenção coronária percutânea²¹.

A sensibilidade e a especificidade dependem também da localização e extensão do miocárdio isquêmico, da presença de infarto prévio, além do tempo decorrido após o procedimento^{25,26}. A análise de subgrupos de pacientes com angina instável prévia, lesões proximais de artéria descendente anterior, sem infarto do miocárdio e com função ventricular esquerda preservada pode elevar a sensibilidade da prova de esforço²⁴.

O valor preditivo da prova de esforço pode variar de 37% a 100%, de acordo com a população estudada²⁷⁻²⁹, refletindo populações heterogêneas. Pacientes com sintomas no primeiro dia após intervenção coronária percutânea devem ser encaminhados a cinecoronariografia³⁰. A trombose subaguda do stent é quadro grave, mas raro.

O teste ergométrico precoce após intervenção coronária percutânea em período próximo a um mês é indicado para avaliação de isquemia residual e de capacidade funcional. Babapulle et al.³¹ avaliaram 136 pacientes submetidos a intervenção coronária percutânea com revascularização completa, que realizaram teste ergométrico seis semanas após o procedimento. Os pacientes foram acompanhados por nove meses, mas não houve, como no estudo ADORE, reestudo

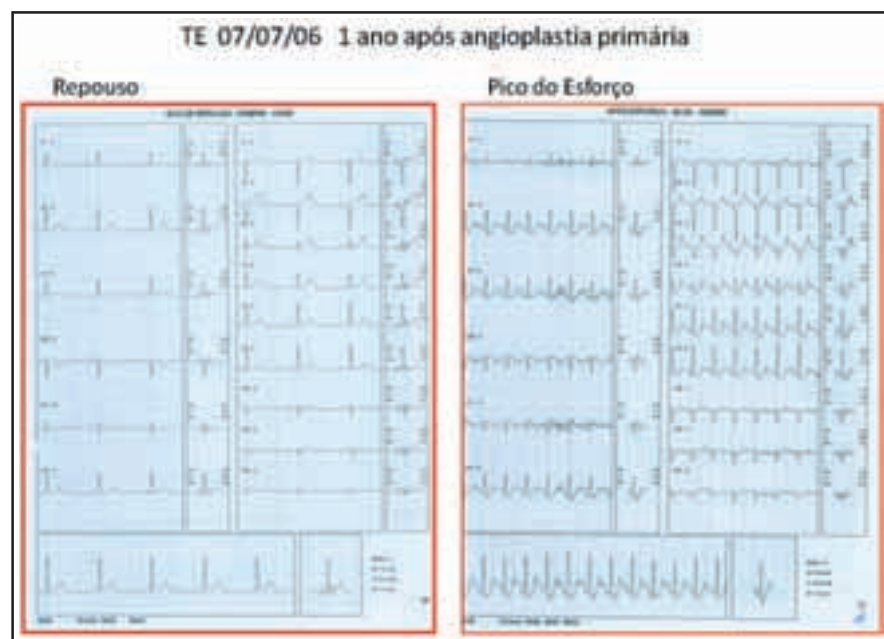


Figura 1. PHP, 52 anos, masculino, submetido a angioplastia primária para artéria descendente anterior quatro horas após o início dos sintomas, evoluiu assintomático e realizou teste ergométrico sem modificações eletrocardiográficas significativas no sexto mês de evolução; o reestudo evidenciou resultado angiográfico mantido. Esta figura mostra o teste ergométrico realizado um ano após a angioplastia primária com implante de stent. TE = teste ergométrico.

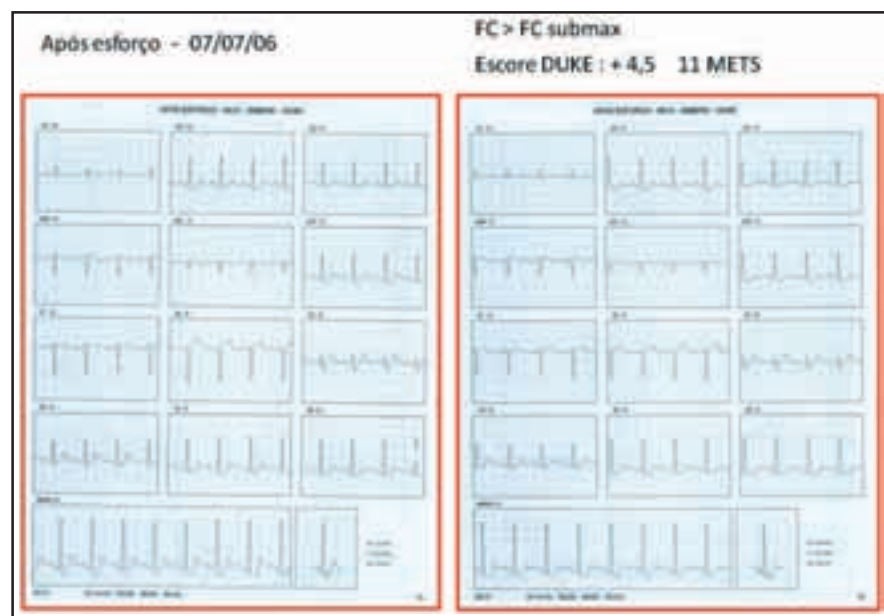


Figura 2. Traçado realizado após a interrupção do esforço, evidenciando infradesnívelamento de 1,5 mm do segmento ST nas derivações MC5, V5, V6. FC = frequência cardíaca.

angiográfico. A sensibilidade do teste ergométrico para prever desfechos clínicos durante a evolução foi baixa (41%), bem como o valor preditivo positivo (21%)³¹. Os autores também concluíram que o teste ergométrico precoce isquêmico não apresentou correlação significativa com reintervenções no vaso tratado. É possível que o teste ergométrico precoce tenha valor para avaliação da capacidade funcional e para o acompanhamento de lesões em vasos não-tratados.

Há relatos de outros estudos sobre o teste ergométrico aplicado precocemente que indicam sensibilidade entre 59% a 83% e especificidade de 32% a 66% para a detecção de reestenose, com valor preditivo entre 44% e 59%^{32,33}. Talvez a realização do teste ergométrico precoce possa ser útil em prever a reestenose e não detectá-la.

De acordo com as Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia para Intervenção Coronária Percutânea e Métodos Adjuntos Diagnósticos em Cardiologia Intervencionista, o teste ergométrico deve ser realizado 12 meses após a intervenção coronária percutânea com stent farmacológico (recomendação classe IIA, nível de evidência C) para a detecção de reestenose em pacientes assintomáticos³⁴.

Existe ampla evidência atual da indicação do teste ergométrico para avaliação prognóstica, por meio da caracterização da capacidade funcional e da aplicação de escores, medidas de fácil aplicação clínica, validadas em grande número de pacientes submetidos a teste ergométrico e cinecoronariografia. Escores derivados de análises multifatoriais contemplando dados clínicos e eletrocardiográficos são recomendados para elevar a acurácia do teste ergométrico, demonstrando maior poder de discriminação quando comparados com a análise isolada do segmento ST³⁵⁻³⁷. O escore mais utilizado é o de

Duke, que possui finalidades diagnóstica³⁵ e prognóstica³⁸. Ho et al. demonstraram que o escore de Duke apresentou valor preditivo para eventos clínicos maiores (óbito, infarto agudo do miocárdio) em pacientes submetidos a angioplastia coronária³⁹. Babapulle et al.³⁴ relataram que a análise do escore de Duke em teste ergométrico realizado precocemente após intervenção coronária percutânea não apresentou correlação com eventos durante a evolução.

Segurança do teste ergométrico após intervenção coronária percutânea

Embora raros, há relatos de casos de trombose do stent após exercício^{40,41}. De acordo com Roffi et al., o teste ergométrico realizado um dia após a intervenção coronária percutânea é seguro e não apresenta complicações na via de acesso ou maiores taxas de trombose intrastent quando comparados com pacientes que não realizaram o teste. Essa informação de certa forma confere segurança à atividade física realizada após a alta hospitalar, desde que mantido o esquema terapêutico convencional com tienopiridínicos⁴².

Goto et al.⁴³ avaliaram a segurança do teste ergométrico realizado após implante de stent primário para tratamento do

Cintilografia miocárdica

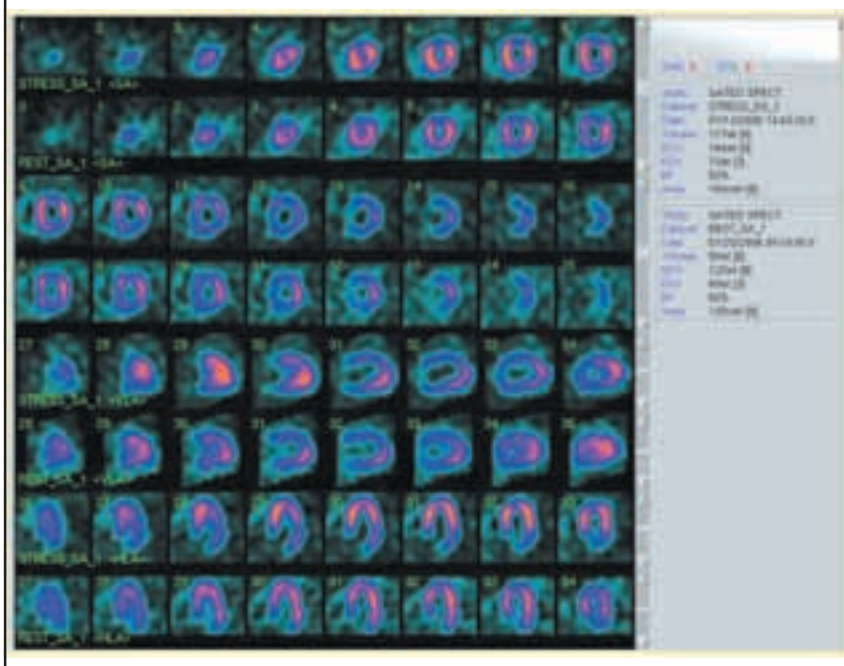
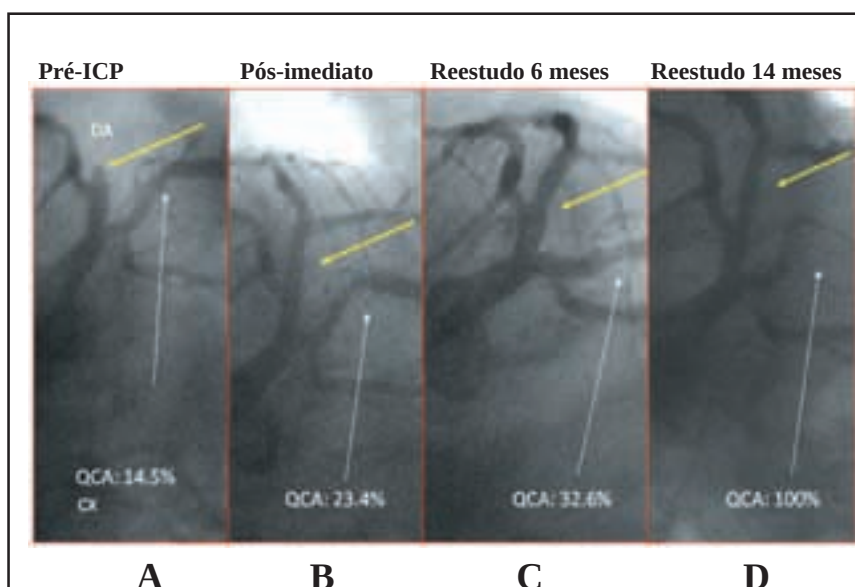


Figura 3. Cintilografia miocárdica realizada após teste ergométrico, evidenciando hipocaptação persistente na parede anterior, hipocaptação persistente associada a transitoriedade na parede infero-lateral, dilatação da cavidade ventricular esquerda e queda da fração de ejeção de 60% para 50% após a fase de estresse. Foi indicado novo reestudo angiográfico (Figura 4).

infarto agudo do miocárdio, observando dados de 45 centros que realizam angioplastia primária. Foram avaliados 4.360 pacientes e a taxa de trombose subaguda relacionada ao es-

Figura 4. Resultado comparativo dos estudos angiográficos. Em A, pré-angioplastia primária – artéria descendente anterior ocluída, artéria circunflexa sem lesões significativas. Em B, resultado imediato após implante de stent. Em C, resultado mantido no sexto mês de evolução. Em D, reestudo realizado após o teste ergométrico compatível com resposta isquêmica do miocárdio, resultado mantido na artéria descendente anterior e oclusão total da artéria circunflexa. CX = artéria circunflexa; DA = artéria descendente anterior; ICP = intervenção coronária percutânea; QCA = avaliação coronária quantitativa.



forço foi muito rara, entre 0% e 0,02% quando os pacientes recebiam antiagregantes plaquetários. Segundo os autores, a prova de esforço pode ser realizada por meio de teste limitado por sintomas 14 dias após o evento agudo. Parodi e Antonucci⁴⁴ relataram um caso de trombose intrastent que ocorreu seis meses após angioplastia primária em paciente com 75 anos. O infarto ocorreu durante o teste ergométrico e o paciente foi tratado com sucesso, utilizando-se inibidores da glicoproteína IIb/IIIa.

Mehta et al.⁴⁵ não relataram complicações em teste ergométrico realizado um mês e três meses após tratamento percutâneo do infarto com implante de stent, evidenciando-se boa correlação entre o resultado da prova e o reestudo angiográfico realizado em quatro meses.

TESTE ERGOMÉTRICO APÓS REVASCULARIZAÇÃO CIRÚRGICA DO MIOCÁRDIO

A revascularização miocárdica cirúrgica sem dúvida é o procedimento de maior impacto na terapêutica da doença arterial coronária ocorrido nos últimos anos. O intuito da revascularização miocárdica cirúrgica é o de normalizar a circulação ao músculo isquêmico, que se apresenta com risco de necrose, eliminar os sintomas, melhorar a função cardíaca e reduzir a incidência de infarto, ou seja, melhorar a qualidade de vida e tentar prolongar sua perspectiva. As indicações da terapêutica da doença arterial coronária são baseadas principalmente no quadro clínico e na situação de toda a rede vascular coronária, bem como na condição do ventrículo esquerdo, não sendo motivo de discussão nesta revisão.

Alguns aspectos evolutivos desses procedimentos merecem ser lembrados: na revascularização miocárdica cirúrgica, a oclusão das pontes, a curto prazo, sugere trombose da veia e, a longo prazo, aterosclerose; a melhora sintomática decresce com o tempo, em decorrência de claudicação das pontes e/ou progressão da doença arterial coronária; ao redor de 30% dos pacientes com revascularização miocárdica cirúrgica considerada completa podem continuar apresentando alterações de segmento ST ao exercício⁴⁶. Provavelmente por diminuição da reserva coronária, seja por lesões não acessíveis cirurgicamente (artérias com oclusão total, não-tratadas, mas com área de miocárdio viável mantida por circulação colateral; doença de microcirculação; lesão arterial macroscopicamente não-significativa, mas funcionalmente produtora de isquemia), por reserva de fluxo inadequada do próprio enxerto ou por alterações irreversíveis da reserva coronária pré-cirúrgica.

Além disso, após a revascularização miocárdica cirúrgica existe maior dificuldade de avaliação do sintoma angina,

pelo seu caráter subjetivo. Soma-se a isso o efeito placebo do próprio procedimento instituído, em que a melhora da dor pode estar relacionada à ocorrência de infarto intraprocedimento, assim como à progressão da doença arterial coronária, à reestenose dos vasos tratados e/ou à oclusão das pontes. Assim, tornam-se necessárias outras formas mais objetivas de avaliação do sucesso da terapêutica instituída.

Dentre os métodos complementares detectores de isquemia miocárdica destaca-se o teste ergométrico convencional ou associado a outro método de imagem, com o objetivo de prever a funcionalidade da perfusão coronária. Apresenta algumas limitações e dificuldades na interpretação dos resultados obtidos na avaliação posterior à revascularização miocárdica cirúrgica⁴⁷⁻⁴⁹. No entanto, é aceito para a avaliação objetiva dos resultados desses procedimentos, principalmente quando associado a outros métodos de imagem para analisar a perfusão miocárdica e as funções contráteis regional e global do ventrículo esquerdo⁵⁰.

Quando e como realizar após a revascularização miocárdica cirúrgica?

Existem duas fases para a indicação do teste ergométrico após a revascularização miocárdica cirúrgica. A mais precoce é com o objetivo de determinar os resultados imediatos da revascularização miocárdica cirúrgica e a mais tardia, para avaliação evolutiva do tratamento cerca de seis meses ou mais após a intervenção cirúrgica. Além disso, o teste ergométrico é útil para estabelecer o programa individualizado de reabilitação cardíaca e auxiliar na decisão para o retorno ao trabalho.

A atualização da Diretriz do *American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA)*¹¹ preconiza a utilização do teste ergométrico após a revascularização miocárdica cirúrgica (classe I) para avaliação de pacientes com recorrência dos sintomas que sugerem isquemia após a revascularização miocárdica cirúrgica. Não está indicado na avaliação seriada de pacientes assintomáticos após revascularização miocárdica cirúrgica sem indicação específica. O teste ergométrico em assintomáticos submetidos a revascularização miocárdica cirúrgica completa não é preditivo de eventos subsequentes quando o teste é realizado nos primeiros anos após o procedimento. O teste é provido de maiores informações quando a probabilidade da progressão da doença coronária é maior, acima de cinco anos, após a revascularização miocárdica cirúrgica na presença de sintomas típicos de isquemia, diabetes melito, hemodiálise, terapia com imunossuppressores, etc. Se o paciente realizou nos últimos cinco anos cirurgia de revascularização completa ou intervenção coronária percutânea de seis meses a cinco anos com

estado clínico estável, sem recorrência dos sinais ou sintomas de isquemia, não há necessidade de realizar avaliação por meio de teste ergométrico convencional ou associado a outro método de imagem⁵¹.

Pacientes com angina após a revascularização miocárdica cirúrgica quando está indicada a localização da isquemia, o estabelecimento do grau funcional das lesões e a demonstração de viabilidade miocárdica são candidatos a realizar estresse físico associado a outro método de imagem (classe I, nível de evidência B)⁵².

Em pacientes já revascularizados, especialmente aqueles que apresentam no eletrocardiograma basal alterações do segmento ST, deve-se levar em consideração, durante o teste, as respostas hemodinâmicas e clínicas e a capacidade funcional. É recomendável nesses pacientes a utilização de testes de imagem (cintilografia de perfusão miocárdica ou ecocardiograma de estresse).

Outros critérios de análise têm sido utilizados para diagnóstico de isquemia residual após revascularização, ressaltando-se o papel da dispersão do QT na melhora da sensibilidade e especificidade do teste ergométrico nesse grupo especial⁵³.

A aplicação do teste ergométrico na avaliação dos resultados da cirurgia de revascularização miocárdica cirúrgica tem também algumas considerações semelhantes às encontradas após a intervenção coronária percutânea. A revascularização miocárdica cirúrgica realizada com sucesso determina a diminuição ou o desaparecimento das alterações do segmento ST durante o exercício em muitos casos^{46,54,55}. No entanto, aproximadamente 30%⁴⁶ dos pacientes com revascularização miocárdica cirúrgica completa podem continuar a apresentar alterações eletrocardiográficas relacionadas ao segmento ST, assim como alguns pacientes com pontes ocluídas podem também mostrar ausência de resposta isquêmica. Outro aspecto interessante é que alguns pacientes com as pontes ocluídas podem apresentar melhor desempenho durante o teste ergométrico, inclusive das alterações eletrocardiográficas, observadas antes da cirurgia. Block et al.⁵⁶ avaliaram, pelo teste ergométrico, 23 pacientes com obstrução dos enxertos, e encontraram aumento médio da duração do tempo de exercício, do duplo produto e da frequência cardíaca máxima em relação à avaliação pré-cirúrgica. Em 48% desses pacientes observou-se infarto do miocárdio perioperatório e em nenhum o duplo produto foi maior que 30 mil. Merrill et al.⁵⁷ também demonstraram que duplo produto menor que 25 mil no teste ergométrico após revascularização miocárdica cirúrgica era sugestivo de mau resultado cirúrgico por obstrução da(s) ponte(s) ou por disfunção ventricular esquerda.

Gohlke et al.⁵⁸ avaliaram 435 pacientes com diferentes

graus de revascularização, determinados pelo cateterismo cardíaco realizado entre 2 e 12 meses após a revascularização miocárdica cirúrgica, com o emprego de testes ergométricos seriados e acompanhados por seis anos. De acordo com os achados angiográficos, foram classificados em revascularização miocárdica cirúrgica completa (182 pacientes), quando todos os enxertos estavam pervios; revascularização miocárdica cirúrgica suficiente (176 pacientes), quando pelo menos o enxerto para uma artéria dominante estava pervio; e revascularização miocárdica cirúrgica insuficiente (20 pacientes), quando os enxertos estavam ocluídos. Todos os grupos demonstraram melhora significativa ($p < 0,05$) da angina e do desnivelamento de ST ao exercício no primeiro ano de evolução. Tais achados persistiram até o sexto ano de evolução para os pacientes com revascularização miocárdica cirúrgica completa e até o quinto ano para os com revascularização miocárdica cirúrgica suficiente. Em relação ao tempo de tolerância ao exercício e ao duplo produto máximo, foram significativamente ($p < 0,05$) maiores nos primeiros três anos de evolução para os pacientes com revascularização miocárdica cirúrgica completa, suficiente e insuficiente, respectivamente, persistindo até o sexto ano de evolução para os pacientes com revascularização miocárdica cirúrgica completa e/ou suficiente. Nota-se que a análise isolada do segmento ST ao esforço não permite prever com segurança os resultados desse procedimento. A análise conjunta dos vários parâmetros obtidos por meio do teste ergométrico é de fundamental importância para prever os resultados da revascularização miocárdica cirúrgica.

Principais parâmetros avaliados no teste ergométrico após revascularização miocárdica

Os parâmetros ao teste ergométrico que podem auxiliar nos valores diagnóstico e prognóstico após intervenção coronária percutânea e revascularização miocárdica cirúrgica são:

- Angina: a ausência durante o teste ergométrico nem sempre traduz revascularização completa, podendo estar ausente nos pacientes com insucesso desses procedimentos. A presença de angina sugere isquemia residual e/ou reestenose(s) e/ou obstrução do(s) enxerto(s).
- Duplo produto⁵⁸: valores menores que 25 mil sugerem mau resultado funcional cirúrgico insatisfatório ou disfunção ventricular esquerda. Quando maiores que 30 mil, sugerem revascularização completa ou suficiente. A análise comparativa com os valores pré-procedimento é de fundamental importância. Fatores como infarto intraprocedimento, progressão da doença arterial coronária, desenvolvimento de colaterais, hipertensão arterial e medicamentos podem alterar essa variável.
- Segmento ST: a normalização do segmento ST após a re-

vascularização miocárdica cirúrgica é o principal indicador do bom resultado. A permanência das alterações prévias no teste ergométrico pós-revascularização miocárdica cirúrgica significa fundamentalmente reestenose(s) ou obstrução do(s) enxerto(s) em período evolutivo inicial, podendo estar relacionadas a anormalidades anatômicas do(s) vaso(s) tratados(s) e/ou modificações metabólicas⁴⁹. A manutenção das alterações prévias associada à diminuição do duplo produto ou à reversão do teste ergométrico para isquêmico são sugestivas de mau prognóstico.

– Tempo de tolerância ao exercício: a maioria dos pacientes aumenta a tolerância ao exercício após a intervenção; nem sempre traduz revascularização completa ou suficiente nem necessariamente sucesso da intervenção. A diminuição do tempo de tolerância ao exercício, em período evolutivo, pode ser indicativa de reestenose(s), obstrução do(s) enxerto(s) e/ou progressão da doença arterial coronária.

CONCLUSÕES

A análise comparativa dos vários parâmetros obtidos pelo

teste ergométrico pré e pós-revascularização miocárdica cirúrgica e intervenção coronária percutânea, associada às condições clínicas de cada paciente, é indicativa do resultado desses procedimentos, podendo o teste ergométrico ser útil como método de triagem para os pacientes que devem ou não realizar outro estudo. A valorização ou não de uma resposta isquêmica ficará na dependência da interação global das variáveis eletrocardiográficas, hemodinâmicas e clínicas. Pacientes com revascularização incompleta devem ser submetidos preferivelmente a provas de imagem.

A doença aterosclerótica é crônica e, embora com excelentes resultados, tanto intervenção coronária percutânea como revascularização miocárdica cirúrgica não conferem imunidade para desfechos adversos durante a evolução.

Mesmo na era atual, com a utilização dos stents com eluição de medicamentos em que a reestenose diminuiu, mas não foi abolida, e a utilização dos enxertos arteriais que demonstram patência mais prolongada, o teste ergométrico possui indicação não apenas para detecção de reestenose ou de oclusão dos enxertos, mas para estratificação de risco e avaliação prognóstica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Higgins JP, Higgins JA. Electrocardiographic exercise stress testing: An update beyond the ST segment. *Int J Cardiol.* 2007;116:285-99.
- Fischman DL, Leon MB, Baim DS, Schatz RA, Savage MP, Penn I, et al., for the Stent Restenosis Study Investigators. A randomized comparison of coronary-stent placement and balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease. *N Engl J Med.* 1994;331:496-501.
- Roubin GS, King SB 3rd, Douglas JS Jr. Restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty: the Emory University Hospital experience. *Am J Cardiol.* 1987;60:39B-43B.
- Hoffmann R, Mintz GS, Dussallant GR, Popma JJ, Pichard AD, Satler LF, et al. Patterns and mechanisms of in-stent restenosis. A serial intravascular ultrasound study. *Circulation.* 1996;94:1247-54.
- Kimura T, Yokoi H, Nakagawa Y, Tamura T, Kaburagi S, Sawada Y, et al. Three-year follow-up after implantation of metallic coronary-artery stents. *N Engl J Med.* 1996;334:561-6.
- Ruygrok PN, Webster MW, de Valk V, Van Es GA, Ormiston JA, Morel MA, et al. Clinical and angiographic factors associated with asymptomatic restenosis after percutaneous coronary intervention. *Circulation.* 2001;104:2289-94.
- Le Breton H. Diagnosis of restenosis. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 1999;92:1583-7.
- Chen MS, John JM, Chew DP, Lee DS, Ellis SG, Bhatt DL. Bare metal stent restenosis is not a benign entity. *Am Heart J.* 2006;151:1260-4.
- Bengtson JR, Mark DB, Honan MB, Rendall DS, Hinohara T, Stack RS, et al. Detection of restenosis after elective percutaneous transluminal coronary angioplasty using the exercise treadmill test. *Am J Cardiol.* 1990;65:28-34.
- Büchler RDD, Meneghelo RS, Buglia S, Mastrocolla LE, Paes AT, Tanajura LF, et al. Valor diagnóstico e prognóstico do teste ergométrico em pacientes submetidos ao implante de stents de última geração. *Arq Bras Cardiol.* 2002;79 Supl III:47.
- Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, Chaitman BR, Fletcher GF, Froelicher VF, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation.* 2002;106:1883-92.
- Garzón PP, Eisenberg MJ. Functional testing for the detection of restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty: a meta-analysis. *Can J Cardiol.* 2001;17:41-8.

13. Giedd KN, Bergmann SR. Myocardial perfusion imaging following percutaneous coronary intervention. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43:328-36.
14. Chalela WA, Kreling JC, Falcão AM, Hueb W, Moffa PJ, Pereyra PLA, et al. Exercise testing before and after successful multivessel percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Braz J Med Biol Res.* 2006;39:475-82.
15. Cutlip DE, Chauhan MS, Baim DS, Ho KK, Popma JJ, Carrozza JP, et al. Clinical restenosis after coronary stenting: Perspectives from multicenter clinical trials. *J Am Coll Cardiol.* 2002;40:2082-9.
16. Pfisterer M, Rickenbacher P, Kiowski W, Muller-Brand J, Burkart F. Silent ischemia after percutaneous transluminal coronary angioplasty: incidence and prognostic significance. *J Am Coll Cardiol.* 1993;22:1446-54.
17. Cottin Y, Rezaizadeh K, Touzery C. Long term prognostic value of 201TL single photon emission computed tomographic myocardial perfusion imaging after coronary stenting. *Am J Cardiol.* 2001;141:999-1006.
18. Zellweger MJ, Weinbacher M, Zutter AW, Jeger RV, Mueller-Brand J, Kaiser C, et al. Long-term outcome of patients with silent versus symptomatic ischemia six months after percutaneous coronary intervention and stenting. *J Am Coll Cardiol.* 2003;42:33-40.
19. Smith SC Jr, Feldman TE, Hirshfeld JW Jr, Jacobs AK, Kern MJ, King SB 3rd, et al. ACC/AHA/SCAI 2005 guideline update for percutaneous coronary intervention: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/SCAI Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for Percutaneous Coronary Intervention). *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:e1-121.
20. Chalela WA, Lima EV, Moffa PJ. Teste ergométrico após revascularização cirúrgica e recanalização mecânica do miocárdio. *Arq Bras Cardiol.* 1996;67:59-62.
21. Dori G, Denekamp Y, Fishman S, Biherman H. Exercise stress testing, myocardial perfusion imaging and stress echocardiography for detecting restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty: a review of performance. *J Intern Med.* 2003;253:253-62.
22. Eisenberg MJ, Blankenship JC, Huynh T, Azrin M, Pathan A, Sedlis S, et al.; ADORE Investigators. Evaluation of routine functional testing after percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol.* 2004;93:744-7.
23. Eisenberg MJ, Wilson B, Lauzon C, Huynh T, Eisenhauer M, Mak KH, et al.; ADORE II Investigators. Routine functional testing after percutaneous coronary intervention: Results of the aggressive diagnosis of restenosis in high risk patients (ADORE II trial). *Acta Cardiol.* 2007;62:143-50.
24. Büchler RDD, Meneghelo RS, Silva RE, Abizaid A, Alves A, Tanajura LF, et al. The exercise testing value in the diagnosis of stent restenosis. *Arq Bras Cardiol.* 2003;81 Suppl 1:8.
25. Weiner DA, Chaitman BR. Role of exercise testing in relationship to coronary artery bypass surgery and percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Cardiology.* 1986;73:242-58.
26. Rosanio S, Tocchi M, Stouffer GA. Use of stress testing to evaluate patients with recurrent chest pain after percutaneous coronary revascularization. *Am J Med Sci.* 1998;316:46-52.
27. El Tamimi H, Davies DJ, Hackett D, Fragasso G, Maseri A. Very early predictor of restenosis after successful coronary angioplasty: anatomic and functional assessment. *J Am Coll Cardiol.* 1990;15:259-64.
28. Roth A, Miller HI, Keren G, Soffer B, Kerbel S, Sheps D, et al. Detection of restenosis following percutaneous coronary angioplasty in single-vessel coronary artery disease: the value of clinical assessment and exercise tolerance testing. *Cardiology.* 1994;84:106-13.
29. Desmet W, De Scheerder I, Piessens J. Limited value of exercise testing in the detection of silent restenosis after successful coronary angioplasty. *Am Heart J.* 1995;129:452-9.
30. Manyari DE, Dzavik V. Stress testing after percutaneous coronary interventions. *Can J Cardiol.* 2000;16(6):734-8.
31. Babapulle MN, Diodati JG, Blankenship JC, Huynh T, Cugno S, Puri R, et al. Utility of routine exercise treadmill testing early after percutaneous coronary intervention. *BMC Cardiovascular Disorders.* 2007;7:12.
32. Hasamaki S, Abematsu H, Arima S, Tahara M, Kihara K, Shono H, et al. A new predictor of restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty in patients with multivessel coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 1997;80:411-5.
33. Koide Y, Yotsukura M, Ando H, Yoshino H, Ishikawa K. Accuracy of treadmill exercise electrocardiography in detecting restenosis following single-vessel percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol.* 1997;80:1282-6.
34. Sociedade Brasileira de Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Intervenção Coronária Percutânea e Métodos Adjuntos Diagnósticos em Cardiologia Intervencionista. *Rev Bras Cardiol Invas.* 2008;16 Supl 2:9-88.
35. Shaw LJ, Peterson ED, Shaw LK, Kesler KL, DeLong

- ER, Harrell FE Jr, et al. Use of a prognostic treadmill score in identifying diagnostic coronary disease subgroups. *Circulation*. 1998;98:1622-30.
36. Froelicher V, Shetler K, Ashley E. Better decisions through science: exercise testing scores. *Prog Cardiovasc Dis*. 2002;44:395-414.
37. Krone RJ, Hardison RM, Chaitman BR, Gibbons RJ, Sopko G, Bach R, et al. Risk stratification after successful coronary revascularization: the lack of a role for routine exercise testing. *J Am Coll Cardiol*. 2001;38:136-42.
38. Mark DB, Shaw L, Harrell FE Jr, Hlatky MA, Lee KL, Bengtson JR, et al. Prognostic value of a treadmill exercise score in outpatients with suspected coronary artery disease. *N Engl J Med*. 1991;325:849-53.
39. Ho KT, Miller TD, Holmes DR, Hodge DO, Gibbons RJ. Long-term prognostic value of Duke treadmill score and exercise thallium-201 imaging performed one to three years after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol*. 1999;84:1323-7.
40. Samuels B, Schumann J, Kiat H, Friedman J, Berman DS. Acute stent thrombosis associated with exercise testing after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am Heart J*. 1995;130:1120-2.
41. Maraj R, Fraifeld M, Owen AN, Kotler MN, Yazdanfar S. Coronary dissection and thrombosis associated with exercise testing three months after successful coronary stenting. *Clin Cardiol*. 1999;22:426-8.
42. Roffi M, Wenaweser P, Windecker S, Mehta H, Eberli FR, Seiler C, et al. Early exercise after coronary stenting is safe. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42:1569-73.
43. Goto Y, Sumida H, Ueshima K, Adachi H, Nohara R, Itoh H. Safety and implementation of exercise testing and training after coronary stenting in patients with acute myocardial infarction. *Circ J*. 2002;66:930-6.
44. Parodi G, Antoniucci D. Late coronary stent thrombosis associated with exercise testing. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2004;61:515-7.
45. Mehta AB, Mardikar HM, Hiregoudar NS, Mathew R, Solanki DR, Sethi RB. Coronary artery stenting in acute myocardial infarction. *Indian Heart J*. 1997;49:169-71.
46. Siegel W, Lim JS, Proudfit WL, Sheldon WC, Loop FD. The spectrum of exercise test and angiographic correlations in myocardial revascularization surgery. *Circulation*. 1975;52 (2 Suppl):I56-62.
47. Kassembaum DG, Judkins MP, Griswold HE. Stress electrocardiography in the evaluation of surgical revascularization of the heart. *Circulation*. 1969;40:297-313.
48. Bloomer WE, Ellestad MH, Beland AJ, Cope JA, Palare ER. Evaluation of myocardial revascularization with arterial implants. *Annals Internal Medicine*. 1970;73:913-9.
49. Chalela WA, Moffa PJ, Alfieri RG, Lima EV, Ariê S, Chechi H, et al. Angioplastia transluminal coronária: avaliação através do teste de esforço associado à cintilografia miocárdica com tálio-201. *Arq Bras Cardiol*. 1987;49:37-45.
50. Gibbons RJ, Chatterjee K, Daley J, Douglas JS, Fihn SD, Gardin JM, et al. ACC/AHA/ACP-ASIM guidelines for the management of patients with chronic stable angina: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients With Chronic Stable Angina). *J Am Coll Cardiol*. 1999;33:2092-197. Erratum in: *J Am Coll Cardiol*. 1999 Jul;34(1):314; *J Am Coll Cardiol*. 2001 Jul;38(1):296.
51. Eagle KA, Brundage BH, Chaitman BR, Ewy GA, Fleisher LA, Hertzner NR, et al. Guidelines for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery). *J Am Coll Cardiol*. 1996;27:910-48.
52. Gibbons RJ, Abrams J, Chatterjee K, Daley J, Deedwania PC, Douglas JS, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina – summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on the Management of Patients With Chronic Stable Angina). *J Am Coll Cardiol*. 2003;41:159-68.
53. Koide Y, Yotsukura M, Tajino K, Yoshino H, Ishikawa K. Use of QT dispersion measured on treadmill exercise electrocardiogram for detecting restenoses after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Clin Cardiol*. 1999;22:639-48.
54. Dodek A, Kassabaum DG, Griswold HE. Stress electrocardiography in the evaluation of aorto coronary bypass surgery. *Am Heart J*. 1973;86:292-307.
55. Hartman CW, Kong Y, Margolis JR, Warren SG, Peter RH, Behar VS, et al. Aortocoronary bypass surgery: Correlation of angiographic symptomatic and functional improvement at 1 year. *Am J Cardiol*. 1976;37:352-7.
56. Block TA, Murray JA, English MT. Improvement in exercise performance after unsuccessful myocardial revascularization. *Am J Cardiol*. 1977;40:673-80.
57. Merrill AJ Jr, Thomas C, Schechter E, Cline R, Armstrong R, Stanford W. Coronary bypass surgery. Value of

-
- maximal exercise testing in assessment of results. *Circulation*. 1975;52 (2 Suppl):173-7.
58. Gohlke H, Barwolf CG, Samek L, Stunzenofecker P, Schmuziger M, Roskamm H. Serial exercise testing up to 6 years after coronary bypass surgery: behavior of exercise parameters in groups with different degrees of revascularization determined by postoperative angiography. *Am J Cardiol*. 1983;51:1301-6.
-