

Teste Ergométrico após Revascularização Cirúrgica e Recanalização Mecânica do Miocárdio

William Azem Chalela, Eduardo Villaça Lima, Paulo Jorge Moffa

São Paulo, SP

A doença isquêmica do coração, apesar dos avanços nas medidas profiláticas, diagnósticas e terapêuticas, continua sendo a principal causa de mortalidade nos países civilizados. A revascularização cirúrgica, introduzida em 1967 por Favaloro, e a recanalização mecânica (angioplastia transluminal coronária - ATC), introduzida em 1977 por Gruentzig, representaram, sem dúvida, o procedimento de maior impacto na terapêutica da doença arterial coronária (DAC), ocorrido nos últimos anos. O intuito da revascularização miocárdica (RM) ou da ATC é o de normalizar a circulação do músculo cardíaco isquêmico, que se apresenta com risco de necrosar, objetivando eliminar os sintomas¹, melhorar a função cardíaca² e reduzir a incidência de infarto³ ou seja, melhorar a qualidade de vida e tentar prolongar sua perspectiva. As indicações da terapêutica da DAC são baseadas principalmente no quadro clínico e na situação de toda a rede vascular coronária, bem como da condição do ventrículo esquerdo (VE), não sendo motivo de discussão nesta revisão.

Inicialmente, alguns aspectos evolutivos destes procedimentos merecem serem lembrados: na RM a oclusão das pontes, a curto prazo, sugere trombose da veia e, a longo prazo, aterosclerose; a melhora sintomática decresce com o tempo, devido à claudicação das pontes e/ou progressão da DAC; ao redor de 30% dos pacientes com RM considerada completa, ou seja, com todos os vasos com lesões obstrutivas, passíveis de correção, tratados, podem continuar apresentando alterações de segmento ST ao exercício⁴. Provavelmente por diminuição da reserva coronária, seja por lesões não acessíveis cirurgicamente (artérias com oclusão total, não tratadas, mas com área 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-cirúrgica⁵.

Na ATC⁶, a reestenose do vaso dilatado ocorre ao redor de 30 a 35% dos pacientes, nos primeiros seis meses, sendo que os critérios clínicos de sucesso a longo prazo não são seguros, pois 14% dos pacientes assintomáticos, com testes detectores de isquemia considerados normais, apresentam reestenose e 44% dos pacientes sintomáticos mantêm o sucesso inicial do procedimento. Por outro lado, após

a RM ou a ATC, existe uma dificuldade natural de avaliação do sintoma angina, devido ao seu caráter subjetivo. Soma-se a isto o efeito placebo do próprio procedimento instituído, em que a melhora da dor possa estar relacionada à ocorrência de infarto intraprocedimento, assim como à progressão da DAC, à reestenose dos vasos tratados e/ou oclusão das pontes, tornando-se necessárias outras formas mais objetivas de avaliação do sucesso da terapêutica instituída.

Dos vários métodos complementares detectores de isquemia miocárdica, destaca-se o teste ergométrico (TE), associado ou não a técnicas radioisotópicas ou à ecodoppler cardiografia, com o intuito de prever a funcionalidade da perfusão coronária. O TE é provido de boa documentação na avaliação de portadores de insuficiência coronária, uma vez que, pela própria natureza do sistema cardiovascular, o exercício físico constitui o meio mais fisiológico de submeter o organismo a uma demanda adicional no consumo de oxigênio, procurando assim avaliar quantitativa e qualitativamente a possível resposta isquêmica do coração. Além disso, traduz acuradamente a reserva coronária, uma vez que, em condições normais, diminuem em aproximadamente 35% os valores da resistência coronária, podendo até quadruplicar o fluxo⁷ durante o esforço. Apresenta, como método isolado, algumas limitações e dificuldades na interpretação dos resultados obtidos na avaliação posterior à RM cirúrgica^{8,9} e/ou recanalização mecânica¹⁰. No entanto, é aceito para a avaliação objetiva dos resultados destes procedimentos e principalmente quando associado às técnicas radioisotópicas, analisando a perfusão miocárdica¹⁰⁻¹² e as funções contráteis regional e global do VE¹¹⁻¹³.

Angioplastia transluminal coronária - Em nossa instituição, de 4.176 portadores de insuficiência coronariana crônica que realizaram ATC com sucesso primário, até julho de 1993, foram avaliados seriadamente através do TE 535 pacientes que haviam realizado a prova pré angioplastia. Destes, 520 pacientes na fase imediata (até 1 mês), 508 na fase mediata (3º mês) e 489 em fase tardia (6º mês) após a ATC. A idade variou de 35 a 71 anos, sendo 75% do sexo masculino e 25% do feminino. Em relação ao comprometimento da rede coronária, 407 (76%) pacientes apresentaram lesões obstrutivas e críticas ($\geq 70\%$ do lúmen vasal em uma artéria coronária), com comprometimento predominando em dois vasos coronários, artéria descendente (DA) e coronária direita (CD), respectivamente. Nas avaliações pré - ATC e imediata após o procedimento, todos os pacientes encontravam-se em vigência de medicação

(antagonistas do cálcio e/ou beta-bloqueadores, nitratos e AAS). Realizou-se TE computadorizado no sistema automático da *Fukuda Denshi* modelo ML8000, através do protocolo de Ellestad, com a monitorização eletrocardiográfica empregando as 12 derivações clássicas do eletrocardiograma, associadas ao sistema ortogonal de Frank. Os testes foram limitados por sinais e/ou sintomas e os critérios de análise e de interrupção do exame¹⁰ foram os classicamente conhecidos. A suspeita de reestenose baseou-se no reaparecimento da angina de peito e/ou análise dos vários parâmetros do TE. O cateterismo cardíaco foi realizado de rotina no 6º mês de evolução e sempre que as manifestações clínicas e/ou eletrocardiográficas ao esforço assim justificassem.

Resultados - A incidência observada de reestenose neste grupo foi de 137 pacientes (27%). Na análise dos vários parâmetros clínicos, eletrocardiográficos e hemodinâmicos, obtidos através do TE, os que forneceram subsídios em demonstrar os resultados da ATC foram: o desnivelamento do segmento ST, o duplo produto (DP) máximo alcançado e o tempo de tolerância ao exercício (TTE). Em relação às alterações do segmento ST, observou-se uma nítida tendência à diminuição do número de resultados positivos nas avaliações posteriores à dilatação do vaso. Na análise do 3º mês (mediata), observou-se um maior número de resultados verdadeiro positivos (27%), comparativamente a outras fases posteriores à ATC, sendo coincidente com a época em que foram detectadas as reestenoses do vaso tratado. Um aspecto que chama a atenção é o número de resultados considerados isquêmicos na ausência de reestenose nas fases imediatas (156 - 30%) pacientes, utilizando como critério básico o estudo angiográfico de controle. Observou-se uma melhor correlação quanto mais tardia foi a avaliação ($p < 0,05$) (tab. I).

Este fato, inexplicável à luz da cinecoronariografia, é facilmente compreensível quando é de conhecimento que a dilatação de um vaso não restaura, obrigatoriamente, a anormalidade da reserva coronária. Segundo Zijlstra e col¹⁴, a normalização da reserva coronária pela angioplastia só ocorre várias semanas ou meses após a dilatação, provavelmente em decorrência de modificações tardias na geometria da lesão. Wilson e col¹⁵ evidenciaram que a reserva de fluxo medida, imediatamente após a ATC, não se correlacionou com o sucesso primário do procedimento. ODP (frequência cardíaca (FC) x PA sistólica) máximo alcançado variou de 32.010 ± 5.500 a 38.735 ± 3.445 para os pacien-

tes considerados como sucesso do procedimento e de 32.532 ± 4.839 para 32.339 ± 6.037 nos que apresentaram reestenose, analisando-se as fases prévia e posterior (3º ou 6º mês) à ATC, respectivamente, porém, sem significância estatística. Ressalte-se que a média do DP dos pacientes que tiveram reestenose tende a ser semelhante à observada antes da dilatação do vaso ($p > 0,05$). Em relação ao tempo total de exercício em ambos os grupos de pacientes, tanto os considerados como sucesso quanto os com reestenose durante a evolução, verificou-se maior média desta variável após a ATC do que na avaliação prévia, a saber: 432 ± 98 s para 445 ± 89 s (ATC com sucesso) e 398 ± 75 s para 455 ± 90 s (reestenose) - diferença estatisticamente não significativa. Porém, na análise isolada deste parâmetro, observou-se que alguns pacientes que apresentaram reestenose do vaso tratado tenderam a realizar o tempo de exercício semelhante ao da avaliação prévia à ATC. Existem várias controvérsias em relação a época em que se deve realizar o TE em fase imediata: até 48h, 15 dias ou 30 dias após a dilatação do vaso(s). Atualmente é rotina em nossa Instituição realizar-se o TE após 48h da ATC nos pacientes que não apresentaram placa instável ou com dissecção, oclusão de ramos da artéria tratada, história de infarto do miocárdio menor que 3 meses, reoclusão aguda nas primeiras 24h, insuficiência cardíaca, alterações enzimáticas ou eletrocardiográficas sugestivas de isquemia e/ou necrose miocárdica. O exame é limitado por sintomas e/ou sinais, realizado em vigência de medicação. Os objetivos desta avaliação ainda precoce são: a) estabelecer o grau de recanalização miocárdica; b) aumentar a confiança dos pacientes para o reinício das atividades laborativas, retornando mais precocemente ao trabalho; c) prescrição de atividade física futura; d) determinar o valor preditivo para reestenose e/ou progressão da DAC, a despeito das limitações já descritas do exame para esta finalidade.

Em levantamento realizado pelo grupo de hemodinâmica do INCOR, entre abril/92 a fevereiro/94, de 434 pacientes que realizaram o TE até 48h após a dilatação do vaso, observou-se 257 (59%) resultados negativos, 63 (15%) positivos, dos quais 9 pacientes com angina de peito ao esforço e 114 (26%) que não atingiram a FC prevista. Dos 9 (2%) pacientes com TE positivo e angina de peito que realizaram o estudo hemodinâmico logo após o exame, encontrou-se apenas um caso (11%) de reoclusão do vaso tratado, mas sem infarto do miocárdio. Não foi observado nenhum caso de hipotensão intra-esforço e as arritmias mais frequentes foram as extra-sístoles

Tabela I - Correlação entre o teste de esforço e o estudo angiográfico de controle.

	* Pré ATC	1 mês	3 meses	6 meses
n	535	520	508	489
VP	305 (57%)	26 (5%)	*137 (27%)	37 (8%)
VN	—	338 (65%)	188 (37%)	391 (80%)
FP	—	156 (30%)	153 (30%)	35 (7%)
FN	230 (43%)	?	30 (6%)	25 (5%)

VP- verdadeiro positivo; VN- verdadeiro negativo; FP- falso positivo; FN- falso negativo; ATC- angioplastia transluminal coronária; * $p < 0,05$

ventriculares isoladas e bigeminadas, sendo a incidência global dos fenômenos ectópicos de 53%, índices estes semelhantes aos observados na população geral¹⁶. Sionis e col¹⁷, avaliaram 1264 pacientes em fase precoce após ATC através do TE, sendo que 10 (0,8%), mostraram isquemia miocárdica aguda no território suprido pela artéria dilatada, que foram consideradas como consequência da época (4 dias) em que o TE foi realizado. Estes pacientes foram para estudo hemodinâmico e 8 deles mostraram reoclusão da artéria tratada.

Efeitos do exercício - O TE pode precipitar a retrombose coronária por vários mecanismos: a lesão endotelial é um sítio de deposição de plaquetas e formação de trombos^{18,19}, podendo justificar a elevada probabilidade de complicação quando existem tais lesões. Por outro lado, o aumento do estresse na parede ventricular durante o exercício também pode agravar a dissecação da íntima¹³, sendo a complexidade das lesões coronarianas (classe B e C) um outro fator de risco para estas complicações¹⁶. O exercício, por si só, pode aumentar a tendência trombolítica, principalmente para os pacientes com aumento da adesividade plaquetária²⁰. Embora os achados retrospectivos sejam de 5%¹⁷ de incidência de oclusão coronariana aguda após o TE precoce, é prudente que não se realize o exame nas primeiras 24h após a ATC nos pacientes com dissecação da íntima. Atualmente, no laboratório de ergometria do INCOR, a experiência acumulada na manipulação de pacientes submetidos a outras técnicas (aterectomia, laser e stents), além da ATC convencional, não parece demonstrar resultados diferentes dos obtidos até agora. No entanto, há a necessidade de um maior número de pacientes para que possamos, no futuro, comparar os resultados dessas novas técnicas de ATC.

Revascularização cirúrgica - Na avaliação dos resultados da cirurgia de RM, existem também algumas considerações em relação ao TE que são semelhantes às encontradas após a ATC. A RM realizada com sucesso determina a diminuição ou desaparecimento das alterações do segmento ST durante o exercício em muitos casos^{4,21,22}. No entanto, aproximadamente 30%⁴ dos pacientes com revascularização completa do miocárdio 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 TE, inclusive das alterações eletrocardiográficas, observadas antes da cirurgia. Block e col^{23,24} estudaram 23 pacientes com obstrução dos enxertos através do TE, tendo encontrado aumento médio da duração do tempo de exercício, do DP e da FC máxima em relação à avaliação pré-cirúrgica, sendo que em 48% dos pacientes foi observado infarto do miocárdio perioperatório e em nenhum o DP foi maior que 30.000. Também Merrill e col²⁶ demonstraram que DP menor que 25.000 no TE após

RM era sugestivo de mau resultado cirúrgico por obstrução da(s) ponte(s) ou por disfunção ventricular esquerda. Outro trabalho importante é o de Gohlke e col²⁵, onde foram estudados 435 pacientes com diferentes graus de revascularização, determinados pelo cateterismo cardíaco, realizado num período de dois até 12 meses após a RM, sendo avaliados através do TE seriado, com acompanhamento durante seis anos. De acordo com os achados angiográficos, foram classificados em RM completa (182 pacientes), quando todos os enxertos estavam pérvios; RM suficiente (176 pacientes), quando pelo menos o enxerto para uma artéria dominante estava pérvio; e RM insuficiente (20 pacientes) quando os enxertos estavam ocluídos. Todos os grupos mostraram melhora significativa ($p < 0,05$) da angina e do desnivelamento de ST ao exercício no 1º ano de evolução. Tais achados persistiram até o 6º ano de evolução para os pacientes com RM completa e, até o 5º ano, para os com RM suficiente. Em relação ao TTE e ao DP máximo, foram significativamente ($p < 0,05$) maiores nos primeiros três anos de evolução para os pacientes com RM completa, suficiente e insuficiente, respectivamente, persistindo até o 6º ano de evolução para os pacientes com RM completa e/ou suficiente. Assim, observa-se que a análise isolada do segmento ST ao esforço não nos possibilita prever com segurança os resultados deste procedimento. A análise conjunta e cuidadosa de vários parâmetros obtidos através do TE é de fundamental importância para prever a possibilidade da revascularização do miocárdio. Em nosso laboratório, dependente do tempo de RM e associado a outros parâmetros da análise multifatorial do TE, principalmente o TTE e a clínica, temos sido mais flexíveis na análise das alterações do segmento ST, sendo que, atualmente, não nos atemos aos valores convencionais deste parâmetro para alterar o exame.

Principais parâmetros avaliados no TE - Os principais parâmetros do TE que possuem valor diagnóstico, como também prognóstico, são: 1) **angina** - sua ausência durante o TE nem sempre traduz revascularização ou recanalização completas, podendo estar ausente nos pacientes com insucesso destes procedimentos. A presença da mesma sugere isquemia residual e/ou reestenose(s) e/ou obstrução do(s) enxerto(s); 2) **duplo produto**²⁵ - menor que 25.000 sugere mau resultado destes procedimentos ou disfunção ventricular esquerda. Quando maior que 30.000 sugere revascularização ou recanalização completas ou suficientes. A análise comparativa com os valores pré-procedimento é de fundamental importância. Fatores como o infarto intraprocedimento, progressão da DAC, desenvolvimento de colaterais, hipertensão arterial, medicamentos, podem alterar esta variável; 3) **segmento ST** - a normalização do segmento ST após estes procedimentos é o principal indicador do bom resultado. A permanência das alterações prévias no TE pós RM ou ATC não significa fundamentalmente reestenose(s) ou obstrução do(s) enxerto(s) em período evolutivo inicial, podendo estar relacionadas a anorma-

lidades anatômicas do(s) vaso(s) tratados(s) e/ou modificações metabólicas¹⁰. A manutenção das alterações prévias, associada à diminuição do DP ou à reversão do TE para isquêmico, são sugestivas de mau prognóstico; 4) **tempo de tolerância ao exercício** - a maioria dos pacientes aumenta a tolerância ao exercício após a intervenção; nem sempre traduz revascularização ou recanalização completas ou suficientes e nem necessariamente o sucesso da intervenção. A diminuição do TTE, em período evolutivo, pode ser indicativa de reestenose(s), obstrução do(s) enxerto(s) e/ou progressão da DAC.

Conclusões

A análise seqüencial e comparativa dos vários parâ-

metros obtidos pelo TE pré e pós RM ou ATC, associadas às condições clínicas de cada paciente, é indicativa do resultado destes procedimentos, servindo a ergometria como método incruento de triagem para os pacientes que devem ou não ser reestudados invasivamente. Com a introdução do conceito de reserva coronária na prática clínica e sua aplicabilidade aos resultados do TE²⁷, as discrepâncias nos resultados destes dois procedimentos tornam-se de melhor compreensão. Cabe ao ergometrista experiente entender e interpretar com segurança os diferentes resultados encontrados nestas situações, auxiliando o clínico na decisão subsequente a ser tomada. A valorização ou não de uma resposta isquêmica ficará na dependência de uma global interação dos parâmetros eletrocardiográficos, hemodinâmicos e clínicos.

Referências

- Mathur VS, Guinn GA, Anastassiades LC et al - Surgical treatment for stable angina pectoris: prospective randomized study. *N Engl Med* 1975; 292: 709.
- Merril AJ, Thomas C, Schachter E et al - Coronary bypass surgery. Value of maximal exercise testing in assessment of results. *Circulation* 1975; 52: 1-173.
- Sousa JEMR, Batloumi M, Jatene AD - Insuficiência Coronária. 1ª ed. São Paulo: Sarvier 1984; 365.
- Siegel W e col - The spectrum of exercise test and angiographic correlations in myocardial revascularization surgery. *Circulation* 1975; 5(suppl I): 481-90.
- Bertrand ME, Garre AG, Ginetet GP et al - Maximal exercise in normal subjects: changes in coronary sinus blood flow, contractility and myocardial extraction of FFA and lactate. *Eur J Cardiol* 1977; 5: 481-90.
- Ryasn TJ, Faxon DP, Gunnar RM et al - Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association. Task force an assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 529-45.
- Wilson RF, White CW - Does coronary artery bypass surgery restore normal maximal coronary flow reserve? The effect of diffuse atherosclerosis and focal obstructive lesion. *Circulation* 1987; 76: 563-71.
- Kassembaum DG, Judkins MP, Griswold HE - Stress eletrocardiography in the evaluation of surgical revascularization of the heart. *Circulation* 1969; 40: 297.
- Bloomer WE, Ellestad MH, Beland AJ et al - Evaluation of myocardial revascularization with arterial implants. *Annals Internal Medicine* 1970; 73: 913.
- Chalela WA, Moffa PJ, Alfieri RG et al - Angioplastia transluminal coronária: avaliação através do teste de esforço associado à cintilografia miocárdica com tálcio-201. *Arq Bras Cardiol* 1987; 1: 37-45.
- Ritchie JL, Narahara KA, Trohaugh GB - Thallium-201 myocardial imaging before and after coronary revascularization: assessment of regional myocardial blood flow in graft patency. *Circulation* 1977; 56: 830.
- Souza JEMR, Pimentel Fº WA, Buchler JR, Gizzi JC, Jatene AD - Influência da cirurgia direta das coronárias sobre o metabolismo e a função mecânica do coração. In: Souza JEMR, Gizzi JC, Jatene AD - IV Simpósio Internacional sobre aterosclerose coronariana. São Paulo, 1980.
- Manley JC, Johnson WD, Flemma RJ - Objective evaluation of the effects of direct myocardial revascularization on ventricular function utilizing ergometer exercise testing. *Am J Cardiol* 1972; 29: 277.
- Zijlstra F, Reiber JC, Julliere Y et al - Normalization of coronary flow reserve by percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1988; 61: 55-60.
- Wilson RF, Marcus ML, White CW - Effects of coronary bypass surgery and angioplasty on coronary blood flow and flow reserve. *Prog Cardiovas Dis* 1988; 31: 95-114.
- Lima EV, Alfieri RG, Moffa PJ et al - Valor preditivo das arritmias esforço-induzidas. *Rev Bras Med (cardiol)* 1976; 6: 317-20.
- Sionis D, Urolix MC, Glazier JJ, Stammon F, Gost H, Piesseus JH - Early exercise testing after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty: a word of caution. *Am Heart J* 1992; 2: 530-2.
- Wilentz JR, Samborn TA, Handenschild CC, Valeri CR, Ryan JJ, Fascon DP - Platelet accumulation in experimental angioplasty; time course and relation to vascular damage. *Circulation* 1987; 75: 636-42.
- Fuster V, Stein B, Ambrose JA, Badimon L, Badimon JJ, Chesebro JH - Atherosclerotic plaque rupture and thrombosis evolving in concept. *Circulation* 1990; 80(suppl II): II-47-59.
- Kumpuris AG, Luchi RJ, Waddellcc, Miller RR - Production of circulating platelet aggregates by exercise in coronary patients. *Circulation* 1980; 61: 62-5.
- Dodek A, Kassabaum DG, Griswold HE - Stress Eletrocardiography in the evaluation of aorto coronary bypass surgery. *Am Heart J* 1973; 86: 292-307.
- Hartman CW et al - Aorto coronary bypass surgery: Correlation of angiographic, symptomatic and functional improvement at 1 year. *Am J Cardiol* 1976; 37: 352-7.
- Block T, English M, Murray JK - Changes in exercise performance following unsuccessful coronary bypass grafting. *Am J Cardiol* 1976; 37: 122.
- Block TA, Murray JA, English MT - Improvement in exercise performance after unsuccessful myocardial revascularization. *Am J Cardiol* 1977; 40: 673.
- Gohlke H, Barwolf CG, Samek L, Stunzenföcker 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.
- Merril AJ, Thomas C, Schachter E et al - Coronary bypass surgery. Value of maximal exercise testing in assessment of results. *Circulation* 1975; 52: 1-173.
- Brito AHX - O teste ergométrico na cardiopatia isquêmica à luz do conceito de reserva coronária. *Arq Bras Cardiol* 1992; 59: 409-22.