

Devemos Substituir o Teste Ergométrico Convencional pelo Teste Cardiopulmonar de Exercício?

Rev DERC. 2012;18(2):56-59

O teste ergométrico é, desde longa data, um dos exames complementares mais solicitados na Cardiologia e na Medicina em geral¹. Apesar dessa enorme popularidade, inclusive entre a população em geral, o teste ergométrico vem sendo progressivamente menos valorizado, até mesmo no que se refere à remuneração do procedimento pela quase totalidade dos convênios e planos de saúde. Atuando profissionalmente na área de exercício há algumas décadas², vemos, com pesar, essa depreciação, que, contudo, nos parece parcialmente injustificada. Nesse breve texto, comentaremos alguns dos aspectos que podem estar contribuindo para a atual situação e subsidiaremos a necessidade de avançar para uma nova proposta. Nessa proposta, resgatariamos toda a riqueza de informações fisiológicas, epidemiológicas e clínicas existentes na avaliação do desempenho humano durante um exercício incremental e máximo.

O primeiro ponto que merece uma breve análise é a questão de nomenclatura, tema de um artigo mais extenso e específico que publicamos há mais de 10 anos atrás³. Analisando detalhadamente a já consagrada e tradicional expressão teste ergométrico, temos que ergo vem de trabalho e metria de medida. Sendo assim, teste ergométrico quer dizer, literalmente, teste da medida do trabalho! Claramente, em termos objetivos, não faz sentido testar a medida do trabalho mas apenas (e quando muito), medir o trabalho. Avançando na questão da nomenclatura, podemos dizer que o resultado final de uma ergometria (medida do trabalho), mais adequadamente quantificada em watts, tem mais a ver com a Ergonomia e a Medicina do Trabalho e, muito provavelmente, pouco com a Cardiologia e menos ainda com o diagnóstico de doença coronariana, objeto de muitas, senão a maioria, das solicitações do teste ergométrico. Posto isso, o primeiro avanço que parece óbvio e necessário é utilizar uma nomenclatura correta para o procedimento que estamos realizando, abandonando a tradição histórica de teste ergométrico e incorporar a expressão mais apropriada e atualizada – teste de exercício. Nesse contexto, as evidências disponíveis também são claras. Por exemplo, é oportuno comentar que em uma busca realizada em meados de maio de 2012 nos mais de 22 milhões de artigos indexados no Medline, obtivemos 75594 artigos com as palavras chave [exercise AND test*] e somente 1070 artigos com [ergometric AND test*]. Isso significa que para cada artigo publicado com a expressão teste ergométrico temos pelo menos 75 artigos utilizando a nomenclatura de teste de exercício, o que mais que caracteriza e consolida o predomínio dessa última nomenclatura. Dessa forma, doravante, o presente texto utilizará a nomenclatura teste de exercício (TE) como a mais apropriada, tanto para sua versão convencional como para quando for associado à coleta e análise concomitante de gases expirados, denominada de teste cardiopulmonar de exercício (TCPE).

Dr. Claudio Gil S. Araújo - RJ

- > Diretor-Médico da Clínica de Medicina do Exercício – CLINIMEX
- > Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte – Universidade Gama Filho

cgaraujo@iis.com.br

Até bem pouco tempo atrás, o exercício incremental e máximo era visto apenas como um dos meios de induzir alterações eletrocardiográficas, mormente infradesnívelamento do segmento ST, que pudessem indicar a presença de isquemia miocárdica e, consequentemente, contribuir para o diagnóstico de doença coronariana. Apesar de uma relativa euforia inicial, ao longo das décadas, começaram a surgir várias evidências sobre as limitações desse tipo de análise, resultando em acaloradas discussões baseadas nos conceitos da epidemiologia clínica – sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo e riscos pré e pós-teste⁴. Fruto dessas discussões, diversos autores desenvolveram uma série de novas estratégias ou formas de análise eletrocardiográfica no exercício, tais como, amplitude da onda R, relação ST/frequência cardíaca e histerese do segmento ST⁵⁻⁷, os quais, por várias razões, ainda que potencialmente úteis e adequadamente fundamentados, acabaram não sendo incorporados na prática clínica e na interpretação rotineira do TE. Contudo, talvez o maior divisor de águas tenha sido um artigo escrito por Michael Lauer⁸, na época cardiologista responsável por esse setor da Cleveland Clinic, com o sugestivo título “Resuscitating the exercise stress test”. O maior mérito desse artigo e de outros que se seguiram^{6, 8-10} foi apontar que havia muito mais na avaliação do TE do que simplesmente a análise

do segmento ST do eletrocardiograma de esforço, no caso específico, uma acentuada valorização da resposta cronotrópica^{10,11}. Seguiram-se vários outros artigos que identificaram, muito objetivamente, que o impacto prognóstico de determinadas respostas cardiovasculares e respiratórias ao exercício era muito maior do que do próprio eletrocardiograma¹²⁻¹⁶. Literalmente quase em paralelo, ou seja, sem se cruzarem ou se associarem, o TCPE avançava do seu modelo original de avaliação de atletas¹⁷ para uma temática mais clínica, sob a liderança de competentes pneumologistas com sólido embasamento em Fisiologia do Exercício, como Karl Wasserman¹⁸⁻²⁰ e Norman Jones²¹⁻²³, com a exploração e interpretação dos resultados dos dados ventilatórios obtidos em um exercício incremental e máximo.

Foi somente nos últimos anos, com a obtenção de dados epidemiológicos de prognóstico, notadamente em pacientes com insuficiência cardíaca, que os cardiologistas começaram a se interessar um pouco mais sobre o TCPE, porém ainda de forma limitada e sem o conhecimento adequado de suas reais potencialidades. Na realidade, de modo até surpreendente e que talvez até ajude a entender a pouca disseminação na Cardiologia, muitos dos artigos publicados na temática de TCPE possuem como primeiros autores educadores físicos, fisiologistas e fisioterapeutas e apenas, muito raramente, cardiologistas, dentre os quais se destaca o italiano Romualdo Belardinelli^{24,25}.

Acertada essa primeira etapa de “modernização” da nomenclatura e tecida uma consideração genérica sobre a evolução ao longo dos anos do TE, podemos passar para a questão principal do artigo: é chegada a hora de abandonar e substituir o TE convencional pelo uso universal do TCPE?

Toda modernização desperta sentimentos controversos, enquanto alguns são bastante motivados pelas novidades, outros tendem a ser reticentes ou mais resguardados. Não obstante, não há dúvidas de que a incorporação da tecnologia em exames complementares é um fato e cada vez será mais importante. Nesse contexto, pode-se teorizar que uma das razões para a progressiva desvalorização do TE tenha sido o seu caráter estático ou o pouco dinamismo ao longo do tempo. Na realidade, excluída a incorporação do protocolo em rampa, cada vez mais prevalente em nosso meio, devemos reconhecer que muito pouco mudou no TE convencional nos últimos dez anos. Fazendo algumas comparações de época, o TE convencional está mais para CD do que para DVD ou Blu-Ray, para disquete de 1,44 Mb do que para um HD externo de 1 Tb, da apresentação em slides do que para aquela em PowerPoint ou da câmera fotográfica de rolo de filme do que para uma digital SLR de alta resolução. Talvez seja difícil de aceitar, mas o TE convencional continua a ser feito de modo praticamente idêntico ao da época que ainda não existia a angiotomografia de coronárias ou a ressonância magnética cardíaca.

Para evoluir, o ponto básico teórico é reconhecer que o desempenho humano, tal como esplendidamente representado pelo clássico esquema de engrenagens proposto por Wasserman²⁶, depende da adequada integração entre os sistemas respiratório, cardiovascular e muscular ou metabólico. Sendo assim, porque devemos limitar nossa interpretação clínica a algumas poucas variáveis cardiovasculares – predominantemente eletrocardiograma, frequência

cardíaca, pressão arterial e uma estimativa de condição aeróbica, desperdiçando todo o potencial disponível nas variáveis ventilatórias e na efetiva medida da condição aeróbica (medida direta do consumo máximo de oxigênio ou VO₂ máximo)?

No passado, escrevemos, em algumas oportunidades, sobre os méritos e as vantagens do TCPE sobre o TE convencional²⁷⁻³¹, mas talvez uma síntese interessante possa ser obtida na tabela abaixo, na qual são comparadas características dos dois procedimentos. Pode-se evidenciar, com naturalidade, que em diversos aspectos, o TCPE apresenta apreciável vantagem clínica e epidemiológica sobre o TE convencional.

TESTE DE EXERCÍCIO

Variável	Convencional	Cardiopulmonar
Condição Aeróbica	Estimada (20% erro)	Medida
Limiar Anaeróbico	Não avaliado	Determinado
Ponto Ótimo Cardiorrespiratório	Não avaliado	Determinado
Relação Ve/Q	Não avaliada	Avaliada
Inotropismo/Lusitropismo Cardíaco	Avaliação restrita	Avaliação excelente
Transientes	Não avaliados	Determinados
Eficiência mecânica	Presumida	Medida
Protocolo	Muito dependente	Pouco dependente
Máximo real	Presumido	Provável / Identificado
Etiologia de Dispneia	Não identificada	Provável / Identificada

Pelas limitações de tamanho de um breve artigo, não há como discorrer detalhadamente sobre cada um dos pontos ilustrados na tabela, mas é ainda possível tecer rápidas considerações e citar algumas situações clínicas rotineiras em que o TCPE apresenta grandes vantagens clínicas, por muitas vezes nem pensadas ou desconhecidas pelo cardiologista.

Vamos exemplificar com oito situações de evidente vantagem do TCPE sobre o TE convencional na prática da Cardiologia Clínica:

1. Presença de um padrão de eletrocardiograma de repouso que inviabiliza sua interpretação no esforço (exemplo: bloqueio de ramo esquerdo) – nessas condições, há uma tendência a não realizar o TE, já que o ECG não permitiria identificar isquemia miocárdica; contudo diversas variáveis ventilatórias no TCPE permitem, com razoável grau de certeza, avaliar a função

continuação >

ventricular ao exercício incremental e máximo e, conseqüentemente, afastar ou não a presença de uma significativa isquemia miocárdica induzida pelo esforço.

2. Interpretação de um segmento ST francamente anormal ao esforço em um indivíduo relativamente jovem e assintomático (baixo risco pré-teste) – não é incomum que no TE convencional (especialmente naqueles que aplicam o procedimento em rotinas de check-up) sejam encontrados padrões de eletrocardiograma de esforço e/ou de recuperação bastante anormais (exemplo: 2 a 3 mm de infradesnivelamento do segmento ST ascendente lento ou retificado) em indivíduos aparentemente saudáveis e que não possuam fatores de risco coronariano. Quando esse tipo de resposta eletrocardiográfica anormal ocorre no TCPE, é possível, através da análise de outras variáveis ventilatórias, com destaque maior para o pulso de oxigênio e para o comportamento da curva e os valores de consumo de oxigênio ao esforço incremental e máximo, supor, com razoável margem de segurança, que os achados eletrocardiográficos não são provocados por isquemia miocárdica, configurando-se no que é convencionalmente denominado de falso-positivo. Dessa forma, talvez seja possível evitar a realização de outros exames e o risco de gerar importantes dissabores emocionais e financeiros ao indivíduo.
3. Platô ou queda da pressão arterial sistólica nos últimos minutos do exercício incremental e máximo – achado relativamente frequente, especialmente em atletas e/ou indivíduos fortemente motivados, mas com baixa condição aeróbica, tende a ser de difícil interpretação no TE convencional. A análise do comportamento de variáveis ventilatórias, como o pulso de oxigênio (VO_2 /frequência cardíaca), permitem diferenciar uma acentuada resposta vasodilatadora de um real prejuízo do débito cardíaco.
4. Avaliação de intolerância ao exercício (paciente que relata se cansar com facilidade maior do que a esperada para a idade) – o TCPE permite, ao avaliar conjuntamente respiração e circulação, identificar com grande precisão, qual(is) é(são) a(s) causa(s) da intolerância ao esforço, especialmente quando a contribuição do paciente é modesta ou há intenção de, deliberadamente, falsear resultados ou respostas.
5. Impacto do suporte das mãos na esteira - no TE convencional, a análise da condição aeróbica é feita através da aplicação de fórmulas, utilizando dados como velocidade e inclinação da esteira rolante. Sabe-se, contudo, que a simples colocação e/ou apoio das mãos nas barras frontal e/ou laterais da esteira, reduz substancialmente o consumo de oxigênio para uma dada velocidade, especialmente quando há uma inclinação superior a 5%. Com o TCPE, como há uma efetiva medida do VO_2 durante o exercício, passa a ser muito menos relevante se o paciente está ou não apoiando as mãos para andar e/ou correr na esteira evitando um fato frequente, que é a superestimativa do VO_2 máximo que ocorre no TE convencional, da mesma forma, se o paciente tem prática em andar em esteira e o faz de forma eficiente ou se apresenta grande dificuldade e é muito ineficiente.
6. Ineficiência mecânica – no TE convencional, o uso de fórmulas padronizadas tanto para cicloergômetros como para esteiras rolantes (a maioria delas obtidas em populações estrangeiras e muito diversas da nossa realidade) é feito para “quantificar” a capacidade funcional e indiretamente estimar a

condição aeróbica. Ao aplicar essas fórmulas, o médico parte da premissa (grosseiramente incorreta!) que todos os indivíduos pedalam, caminham e correm igualmente bem no ciclo ou na esteira, sejam eles crianças, idosos, homens jovens, mulheres idosas, maratonistas, sedentários ou, até mesmo, portadores de sequelas neurológicas de acidente vascular cerebral. No TCPE, nenhuma premissa é necessária, já que há a medida efetiva do VO_2 durante todo o protocolo de exercício incremental e máximo. Não são feitas estimativas e sim medidas, uma enorme diferença teórica e prática e, conseqüentemente, clínica.

7. Orientação e prescrição de treinamento aeróbico – no TE convencional, o médico fica com apenas duas informações de aplicação muito limitada – estimativa do VO_2 máximo com 20% de margem de erro e provável frequência cardíaca máxima. No TCPE, é possível identificar o limiar anaeróbico e a correspondente frequência cardíaca, obtém-se a medida do VO_2 máximo e, com uma margem muito maior de certeza, sabe-se se o teste foi ou não máximo.
8. Alterações ventilatórias esforço-induzidas e não observadas em repouso (espirometria) – no TCPE, ao contrário do TE convencional em que não há análise de gases expirados, é possível, muitas vezes, identificar alterações relevantes das trocas gasosas que somente são identificadas através do comportamento anormal de variáveis ventilatórias ao esforço e no pós-esforço imediato, tais como o ponto ótimo cardiorrespiratório (VE/VO_2 mínimo), valor de ventilação máxima, curva VE/VCO_2 , presença de broncoespasmo esforço-induzido etc. Muitos pacientes obesos e/ou ex-tabagistas importantes possuem provas espirométricas de repouso com valores normais ou limitrofes e apresentam anormalidades ventilatórias ao esforço que contribuem para o prejuízo do seu desempenho e redução na qualidade de vida.

É oportuno também, identificar e discutir alguns dos tradicionais óbices para uma incorporação mais ampla do procedimento na prática médica. Provavelmente a dificuldade mais frequentemente apontada seja a questão inerente ao custo, seja devido ao valor despendido para a aquisição do analisador de gases ou aquele decorrente de um

tempo mais longo de procedimento. Nesse sentido, deve-se considerar que, mesmo com os valores bastante baixos de remuneração do TE, o TCPE é tipicamente remunerado em praticamente o dobro do TE convencional, compensando amplamente os menos de cinco minutos devotados para a explicação e a colocação do bocal e/ou máscara no paciente e o investimento equivalente ao custo de duas esteiras rolantes ou ao de uma esteira rolante e um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (correspondendo a menos de 10% do investimento feito para aquisição de um ecocardiógrafo de última geração). Na realidade, a nosso ver, atualmente o maior limitador para uma expansão mais ampla na utilização do TCPE, reside no pequeno número de médicos devidamente treinados para a sua realização e na ainda pouca divulgação do potencial e das vantagens do procedimento para os cardiologistas clínicos.

Aproveitando um tema recente em um congresso estadual de Cardiologia, será que o TCPE é imprescindível? Do ponto de vista biológico, excetuando oxigênio no ar, nutrientes, sais minerais, vitaminas e água, talvez nada mais seja realmente imprescindível. Contudo é bem melhor dirigir para um local desconhecido tendo um GPS ao alcance e é certamente muito conveniente possuir um smartphone ao invés do que um simples telefone convencional. Na prática, é o que basicamente ocorre na questão TE convencional versus TCPE.

Em síntese, entendemos que seja a hora de uma tomada de decisão corajosa pelos médicos e pela Sociedade Brasileira de Cardiologia/DERC. Não há mais porque estimar o VO_2 máximo com 20% de erro (nenhum exame laboratorial ou medida clínica aceita um erro dessa dimensão!!) se é possível efetivamente medir - com uma precisão ao redor de 1 a 3% - essa variável, de tanto significado clínico em termos de diagnóstico e, principalmente, de prognóstico. Não dá mais para estudar o desempenho humano ao exercício de modo unidimensional - cardiovascular -, se a análise tridimensional - respiratório, cardiovascular e muscular - é tão rica. Chegou a hora de dar um salto de qualidade no TE, resgatando o seu real papel e valor como procedimento médico, começando por ajustar a nomenclatura e explorar ao máximo todas as informações fisiológicas, epidemiológicas e clínicas que o TCPE oferece. Vamos então para a nova proposta e desfaldarmos nossas bandeiras com o lema "...TCPE POR TODOS E PARA TODOS!"

Conflito de interesse

O autor do artigo revela o seu mais apaixonado, intenso e profundo conflito de interesse com o tema. Tendo começado com o TCPE em 1974, desde 1994 nunca mais realizou um TE convencional. A maior parte dos seus rendimentos profissionais advém da aplicação, supervisão e interpretação de TCPE. Não obstante esse conflito, ao longo das últimas décadas, tem sistematicamente e reiteradamente divulgado, ensinado e treinado muitos médicos de todo o Brasil no TCPE, fomentando assim uma saudável "concorrência".

Dedicatória

O autor dedica esse artigo ao Prof. Dr. Maurício José Leal Rocha com quem teve, no LABOFISE desde o seu primeiro ano de graduando em Medicina da UFRJ, a honra de aprender os conceitos básicos e a dar os primeiros passos no TCPE.

Agradecimentos

O autor agradece o apoio financeiro do CNPq e da FAPERJ para suas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Meneghello RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocicola LE, Albuquerque PF, Serra SM. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(5 supl 1):1-26.
2. Araújo CGS. Manual de Teste de Esforço. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico; 1984. 111 p.
3. Araújo CGS. Teste de exercício: terminologia e algumas considerações sobre passado, presente e futuro baseadas em evidências. *Rev Bras Med Esporte.* 2000;6(3):77-84.
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. Bonoris PE, Greenberg PS, Christison GW, Castellanel MJ, Ellestad MH. Evaluation of R wave amplitude changes versus ST-segment depression in stress testing. *Circulation.* 1978;57(5):904-10.
6. Lauer MS. Exercise electrocardiogram testing and prognosis. Novel markers and predictive instruments. *Cardiol Clin.* 2001;19(3):401-14.
7. Lauer MS, Pothier CE, Chernyak YB, Brunken R, Lieber M, Apperson-Hansen C, et al. Exercise-induced QT/R-R-interval hysteresis as a predictor of myocardial ischemia. *J Electrocardiol.* 2006;39(3):315-23.
8. Lauer MS. Resuscitating the exercise stress test. *Clev Clin J Med.* 1999;66(5):278-82.
9. Kliffeld P, Lauer MS. Exercise electrocardiogram testing: beyond the ST segment. *Circulation.* 2006;114(19):2070-82.
10. Lauer MS, Okin PM, Larson MG, Evans JC, Levy D. Impaired heart rate response to graded exercise. Prognostic implications of chronotropic incompetence in the Framingham Heart Study. *Circulation.* 1996;93(8):1520-6.
11. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *The New England journal of medicine.* 1999;341(18):1351-7.
12. Kokkinos P, Myers J, Doumas M, Faselis C, Pittaras A, Manolis A, et al. Heart rate recovery, exercise capacity, and mortality risk in male veterans. *European journal of preventive cardiology.* 2012;19(2):177-84. Epub 2011/04/01.
13. Kokkinos P, Myers J, Faselis C, Panagiotakos DB, Doumas M, Pittaras A, et al. Exercise capacity and mortality in older men: a 20-year follow-up study. *Circulation.* 2010;122(8):790-7.
14. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346(11):793-801.
15. Oliveira RB, Myers J, Araújo CGS, Abella J, Mandic S, Froelicher V. Maximal exercise oxygen pulse as a predictor of mortality among male veterans referred for exercise testing. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2009;16(3):358-64.
16. Raxwal V, Shetler K, Morise A, Do D, Myers J, Atwood JE, et al. Simple treadmill score to diagnose coronary disease. *Chest.* 2001;119(6):1933-40.
17. Hollmann W, Prinz JP. Ergospirometry and its history. *Sports Med.* 1997;23(2):93-105.
18. Naimark A, Wasserman K, McLroy MB. Continuous measurement of ventilatory exchange ratio during exercise. *J Appl Physiol.* 1964;19:644-52.
19. Wasserman K, Whipp BJ. Exercise physiology in health and disease. *Am Rev Resp Dis.* 1975;112(2):219-49.
20. Wasserman K, Whipp BJ, Koyl SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol.* 1973;35(2):236-43.
21. Hughes RL, Clode M, Edwards RH, Goodwin TJ, Jones NL. Effect of inspired O2 on cardiopulmonary and metabolic responses to exercise in man. *J Appl Physiol.* 1968;24(3):336-47.
22. Jones NL, Killian KJ. Exercise limitation in health and disease. *N Engl J Med.* 2000;343(9):632-41.
23. McKelvie RS, Jones NL. Cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med.* 1989;10(2):277-91.
24. Chaudhry S, Arena R, Wasserman K, Hansen JE, Lewis GD, Myers J, et al. The utility of cardiopulmonary exercise testing in the assessment of suspected microvascular ischemia. *Int J Cardiol.* 2011;148(1):e7-9.
25. Belardinelli R, Lacalaprice F, Carle F, Minnucci A, Cianci G, Perna G, et al. Exercise-induced myocardial ischemia detected by cardiopulmonary exercise testing. *Eur Heart J.* 2003;24(14):1304-13.
26. Wasserman K. The Dickinson W. Richards lecture. New concepts in assessing cardiovascular function. *Circulation.* 1988;78(4):1060-71.
27. Araújo CGS. Respostas cardiorespiratórias a um exercício submáximo prolongado. *Arq Bras Cardiol.* 1983;41(1):37-45.
28. Araújo CGS. A ergoespirometria oferece algo a mais do que a ergometria? *Jornal do DERC/SBC.* 1996;2(4):6-8.
29. Araújo CGS. Ergoespirometria - um procedimento em Medicina do Exercício: necessidade, opção ou luxo. *Jornal de Medicina do Exercício.* 1999;20:2-4.
30. Araújo CGS. Terminologia aeróbica ou aeróbia. *Jornal do DERC/SBC.* 2002;8(25):13-5.
31. Ribeiro JP, Araújo CGS. Ergoespirometria no diagnóstico diferencial da dispnéia. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul.* 1998;7(3):85-90.