



## PERGUNTE AO ESPECIALISTA

# Aprimorando o Teste de Exercício: Parte 7 – Esteira Rolante ou Cicloergômetro?

Dr. Claudio Gil S. Araújo

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

Dando prosseguimento à série “Aprimorando o Teste de Exercício”, que já teve seis artigos na Cardiologia do Exercício, essa parte 7 aborda um ponto teórico-prático extremamente importante e pouco discutido: qual é o ergômetro mais apropriado para a realização do teste de exercício? Desde os primórdios da fisiologia do exercício ficou claro que a realização de um esforço devidamente padronizado permitia uma melhor compreensão dos fenômenos associados. Isso se tornou ainda mais relevante quando se passou a utilizar exercício como um meio para induzir anormalidades cardiovasculares, tais como a angina e alterações eletrocardiográficas, e para estabelecer diagnósticos de insuficiência coronariana. Embora seja difícil precisar exatamente quando foram utilizados os primeiros verdadeiros ergômetros, os estudos de Archibald Hill nos primeiros anos do século XIX sugerem que o ato de pedalar em bicicletas adaptadas com resistências variáveis foram os precursores científicos dos atuais cicloergômetros. O tapete rolante, como preferia chamar o ilustre Prof. Maurício Leal Rocha (provavelmente consoante com o termo francês tapis roulant), mais conhecido atualmente em nosso meio como esteira rolante, inicialmente utilizada em linhas de montagem industriais, foi posteriormente empregado para a realização de esforços

padronizados em animais de experimentação e em seres humanos. Há várias formas de comparar as possíveis vantagens e desvantagens na utilização do cicloergômetro (CE) e da esteira rolante (ER) para a realização do teste de exercício. Esse não é, certamente, um assunto simples de discutir. Não obstante, nesse pequeno artigo, procuraremos dar uma contribuição original e destacar alguns aspectos que não são normalmente levados em consideração e oferecer sugestões práticas tanto para os que realizam como para os que solicitam o exame. No passado era comum, ao comparar os dois ergômetros, explorar questões de custo, de espaço e de logística operacional. Aparentemente, essas questões, hoje em dia em que todos os CE são eletromagnéticos e portanto dependem de corrente elétrica tanto como as ER, possuem preços similares e ocupam quase o mesmo espaço físico, passam a ter uma menor ou nenhuma relevância. Em adendo, temos fabricantes nacionais de CE e de ER, facilitando e agilizando a aquisição e, principalmente, assegurando uma assistência técnica eficiente e rápida (sem necessidade da importação de peças de reposição). Contudo, persistem algumas diferenças que merecem ser revisadas. A principal finalidade do ergômetro é proporcionar, tal como diz o nome, uma quantificação precisa do trabalho realizado

pelo indivíduo. Nesse particular, o CE leva considerável vantagem, ao ter a capacidade de oferecer uma resistência conhecida e devidamente calibrada e assim determinar, em watts ou kgm, variáveis físicas relevantes de potência e trabalho efetivamente realizadas. Ao contrário na ER, isso não é possível de ser feito. Alguns poderiam perguntar, como assim? Talvez valha a pena, relembrar um pouco da Física ao dizer que trabalho é o produto de força pela distância. Ora, se o indivíduo não sai do lugar ao caminhar ou correr na esteira e sendo portanto a distância igual a zero (quem percorreu a distância foi a cinta da esteira e não o indivíduo), ao pé da letra, o trabalho físico é literalmente zero! Na realidade, o gasto energético ou trabalho está em “pular” o centro de gravidade para que a cinta corra embaixo dos pés do paciente. Ou em outras palavras, a ER é uma simulação do movimento de ambulação e não uma quantificação precisa e assim não é um ergômetro no sentido mais técnico e preciso da expressão. Mesmo havendo um gasto energético que se torna maior quando a velocidade da ER é aumentada, isso continua sendo uma grande e incompleta simulação da corrida, pois não há a resistência do ar, variável que é progressivamente mais relevante em velocidades maiores. Outro problema adicional é que, como ocorre em toda



> continuação Aprimorando o Teste de Exercício: Parte 7 – Esteira Rolante ou Cicloergômetro?

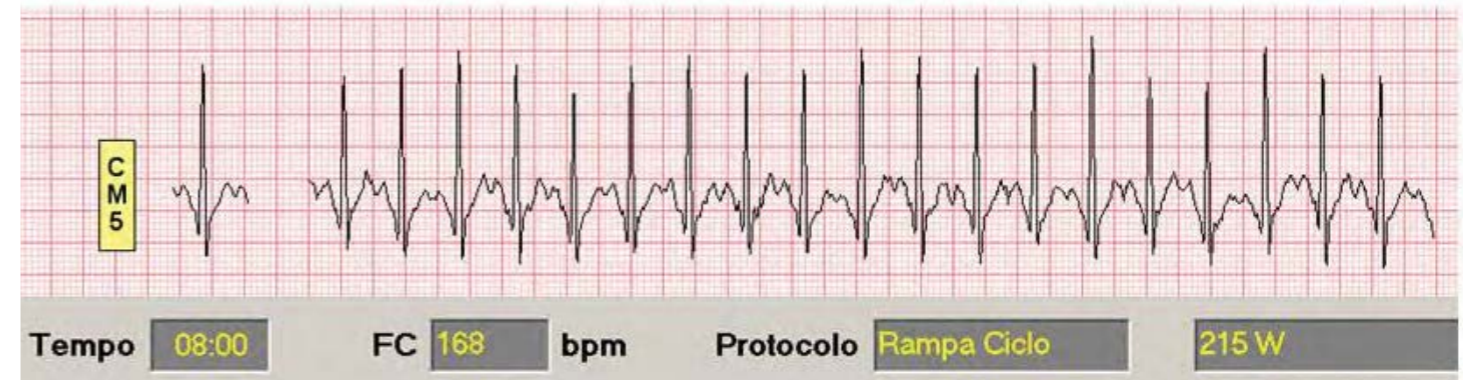


Figura 1. Traçado eletrocardiográfico de teste de exercício máximo em cicloergômetro.

análise vetorial dos componentes de forças, quando o paciente apoia a mão em uma das barras da ER ou até mesmo quando o médico mede sua pressão arterial o gasto energético efetivo diminui, podendo chegar até a impressionantes 20 ou mais%. Em síntese, se há necessidade de medida efetiva de trabalho, isso só pode ser feito com CE. Em testes de exercício feitos em ER pode-se apenas utilizar estimativas simplistas com base em velocidade e inclinação. Isso explica e justifica porque a grande maioria dos estudos publicados nas revistas de fisiologia do exercício (área básica e normalmente mais preocupada com a pureza do método) utiliza o CE e não a ER. Quando são comparados os dois ergômetros, um tema recorrente, inclusive nas principais diretrizes, é a questão da habitualidade e/ou aspecto cultural. Embora seja verdade que nem todos os seres humanos cresceram e vivem em Amsterdam ou outras regiões europeias onde pedalar pode ser até mais natural do que andar, é crescente o número de pessoas que aprenderam a pedalar em algum momento da vida e que não terão maior dificuldade em fazê-lo novamente em um CE estacionário, especialmente se os pés ficam presos em pedaleiras facilitando o contramovimento das pernas no ato de pedalar. Nesse contexto cultural é fácil entender porque na Europa o padrão é teste de exercício em CE enquanto nos Estados Unidos é ER. Mas talvez valha alertar de que uma coisa é andar ou correr no plano e outra é com inclinação, isso certamente não é comum no cotidiano da grande maioria das pessoas. Apenas a título de ilustração, 10% de inclinação – estágio inicial do protocolo de Bruce – correspondem a sair da base (Praia Vermelha – estação do bondinho) e alcançar o topo do Pão de Açúcar (cerca de 500 m de altura) ao final de 5 km de caminhada ou corrida. Correr em velocidades mais altas – acima de 12 ou 13 km/h – com uma inclinação mesmo que pequena, não somente é desgastante mas, muito

frequentemente, faz com que o teste de exercício seja encerrado antes do máximo por dificuldade mecânica ou desconforto lombar. Por outro lado, deve-se sempre considerar a especificidade, pois é certamente mais viável alcançar um consumo máximo de oxigênio maior testando um corredor ou maratonista em ER do que no CE (aliás, como é o meu caso pessoal) e um ciclista em um CE e não em um TE. Vale ainda levar a especificidade ainda mais à frente, por exemplo, em jogadores profissionais de futebol, provavelmente o ideal é testar em ER e manter no plano e só aumentar a velocidade, pois, afinal, não se conhece campos de futebol que sejam inclinados! Outro ponto interessante para comparar é o da eficiência mecânica. Enquanto em um esforço incremental realizado dentro de certa faixa de frequência de pedaladas, digamos 60 a 80 rpm, a eficiência mecânica tende a variar pouco no CE e com isso é preservada a linearidade da relação intensidade do esforço e consumo de oxigênio e também da frequência cardíaca, isso não se verifica na maioria dos testes de exercício realizados em ER. Na ER, pode-se incrementar o esforço por aumento da velocidade e/ou da inclinação (frequentemente os dois conjuntamente ou sequencialmente), contudo, a eficiência mecânica varia consideravelmente quando passamos do andar para a corrida ou quando aumentamos substancialmente a inclinação. Isso é ainda mais importante quando não são analisados gases expirados – teste cardiopulmonar –, o que, infelizmente, ainda é o mais comum no meio clínico. Um protocolo de teste de exercício em ER no qual o indivíduo anda e corre e que depois ainda aumenta a inclinação tende a variar muito a eficiência mecânica e dificultar muito a estimativa da verdadeira capacidade funcional. Como no mundo clínico real, a maioria dos pacientes possuem uma capacidade funcional entre 5 e 9 METs, somente andar (máximo de 4

METs) é pouco e correr (mínimo de 8 METs) é muito, então fica difícil obter um esforço máximo em ER sem comprometer a questão da eficiência mecânica. Outra questão raramente abordada é sobre a segurança: psíquica do paciente que se submete e a técnico-profissional do médico que executa o teste de exercício. Durante o teste de exercício na ER, o comando fica com o médico. Ele que liga e desliga a ER, Já no CE, o teste de exercício só existe enquanto o paciente concorda em continuar pedalando, isso é, o paciente fica de posse do botão de “liga-desliga”. Pacientes ansiosos ou inseguros sejam por inexperiência ou pelo medo de ser diagnosticada alguma doença ficam bem mais confortáveis em ter a certeza de que o procedimento será encerrado quando ele quiser (CE) e não quando o médico julgar que deve ser (ER). Na nossa prática clínica, isso tem feito enorme diferença, pois elimina aquela sempre complicada “negociação” na ER entre médico e paciente sobre “... ainda dá para ir um pouco mais ou paramos por aqui ...”. Excetuando-se os poucos indivíduos (mais tipicamente atletas) muito experientes em ER, que podem decidir o momento de pular fora do ergômetro para encerrar o teste de exercício, a nossa experiência de mais de 30 anos indica que a maioria dos pacientes previamente informados e esclarecidos e devidamente motivados pelo avaliador tende a chegar a testes “mais” máximos em CE do que em ER. Em realidade, é muito comum que o paciente, se devidamente questionado, informe que ainda poderia ter continuado se submete a um teste de exercício na ER. O impacto potencial dessa informação sobre a taxa de falsos negativos para diagnóstico de doença coronariana ou até mesmo para a orientação de prescrição do treinamento aeróbico pode ser devastador. Um dos pontos tradicionalmente mais destacados para sugerir uma potencial

continua >

## QUALIDADE, RESISTÊNCIA E DURABILIDADE.

LIDERANÇA ABSOLUTA EM EQUIPAMENTOS DE ERGOMETRIA E ERGOESPIROMETRIA.



**inbrasport**

\*CERTIFICADA ISO 9001

RUA SANTOS DUMONT, 1766

PORTO ALEGRE - RS

FONE: (51) 3358.6900

WWW.INBRASPORT.COM.BR

INBRASPORT@INBRASPORT.COM.BR

REPRESENTANTE AUTORIZADO NO RJ:

CAEL LTDA. - FONE (21) 2592.9232



> continuação **Aprimorando o Teste de Exercício: Parte 7 – Esteira Rolante ou Cicloergômetro?**

vantagem para a ER em relação ao CE é sobre a chance de induzir isquemia miocárdica durante o teste de exercício. Esse ponto é baseado no fato de que para alguns indivíduos é mais fácil alcançar uma frequência cardíaca máxima maior na ER. Por outro lado, há uma clara tendência para a pressão arterial sistólica máxima ser mais alta em testes de exercício feitos no CE. Dessa forma, pensando em termos de duplo produto e como já sugerido em alguns estudos comparativos, é muito provável que não existam diferenças expressivas entre os dois ergômetros no potencial clínico de identificar doença coronariana. Muito embora várias diretrizes comentem sobre algumas questões técnicas ao comparar CE e ER, isso nem sempre é, a meu ver, devidamente valorizado. Considero, objetivamente, que a pressão arterial não pode ser medida com algum grau aceitável de precisão em velocidades de corrida acima de 12 ou 13 km/h e que mesmo para velocidades menores ou em determinados indivíduos mais obesos, pode ser muito difícil confiar nas leituras obtidas, especialmente as diastólicas. Fenômeno similar acontece na interpretação do ECG de esforço, quando o aparecimento de artefatos de movimento e oscilações de linha de base dificultam sobremaneira a análise e a interpretação do traçado. Na realidade, leituras tensionais precisas com resolução de até 2 mm Hg e traçados eletrocardiográficos de boa qualidade são, sem nenhuma sombra de dúvida, mais comuns em testes de exercício realizados em CE. De modo que se é imperativo ou recomendável obter boas medidas de pressão arterial e ler com mais segurança o eletrocardiograma durante o esforço, passa a ser muito conveniente optar pelo CE. Um exemplo de traçado eletrocardiográfico em teste de exercício máximo em CE com uma frequência cardíaca bastante alta e uma qualidade de registro impecável ilustra o comentário anterior (Figura 1).

Considerando os aspectos mencionados anteriormente, sugere-se como ideal ter a capacidade técnica e operacional de utilizar os dois ergômetros para a realização do teste de exercício, optando por um deles de acordo com os objetivos e as características do paciente. Se por um lado fica claro que a ER é a preferida para testar um corredor saudável e que o CE é a melhor opção para avaliar um ciclista, para a grande maioria dos pacientes,

será sempre possível, com base na lista de vantagens e desvantagens, fazer a melhor escolha dentre os dois ergômetros. Em síntese, o duelo entre ER e CE está longe de ser resolvido, mas esperamos que esse pequeno artigo possa ter lançado e comentado alguns pontos que gerem reflexões e quiçá, novas condutas e abordagens, aprimorando a realização do teste de exercício, objetivo primário dessa série.



## CURSO

### XIV CURSO DE FORMAÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA EM ERGOMETRIA | 2014

#### INTENSO EMBASAMENTO TEÓRICO EM TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR E REABILITAÇÃO CARDÍACA

OBJETIVO: Embasar no conhecimento da interrelação cardiologia-atividade física/exercício físico, como introdução a análise multifatorial do teste de exercício, do teste cardiopulmonar e do exercício físico na cardiologia, com progressiva aplicação prática do conhecimento adquirido.

EXCLUSIVAMENTE PARA MÉDICOS | VAGAS LIMITADAS

PROFESSOR RESPONSÁVEL:  
SALVADOR SERRA

- Especialista em Cardiologia (SBC/AMB) e Certificação em Ergometria pela SBC/DERC
- Pós-Graduação em Medicina Desportiva pela UFRJ
- Mestre em Cardiologia pela UFF - Doutor em Cardiologia pela UFRJ

CARGA HORÁRIA TOTAL TEÓRICA E PRÁTICA: 60 HORAS

DE 17 DE MARÇO A 23 DE JUNHO

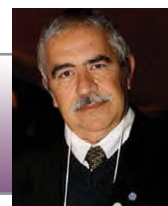
SEGUNDAS FEIRAS  
DAS 14h ÀS 18h

INSTITUTO DE PÓS-GRADUAÇÃO MÉDICA DO RIO DE JANEIRO  
Rua Hildebrando de Araújo Góes, 600 - Barra da Tijuca, Rio de Janeiro. Tel.: (21) 2439-1994

### NOTA DE FALECIMENTO

É com imenso pesar que comunicamos o falecimento do **Dr. Marcos Aurélio Brazão de Oliveira** no dia 16 de Outubro.

Fica a saudade do mestre que ele foi e do amigo que sempre será.



**ECGV6** Eletrocardiógrafo  
**Ergo13** Teste Ergométrico  
**ErgoMET** Ergoespirometria



Registro dos produtos:  
nº 80398450001  
Empresa autorizada:  
nº M062H3X40X2H

Às vezes o  sente coisas que nem um poema sabe traduzir.