

Descomplicando a Ergoespirometria para o Cardiologista Clínico - Parte II

Dr. Fernando Cesar de Castro e Souza
Instituto Nacional de Cardiologia e Hospital Pró-Cardíaco

O Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP), ou Ergoespirometria, fornece variáveis que adicionam informações sobre as respostas dos sistemas cardiovascular, respiratório, vascular pulmonar e muscular esquelético ao estresse físico, especialmente na avaliação da gravidade e prognóstico da insuficiência cardíaca. O Equivalente Ventilatório de CO_2 (VE/VCO_2) é uma variável prognóstica do TECP de grande importância e significa a quantidade de ar que necessita ser ventilado por minuto (VE) para eliminar 1 litro de CO_2 . Na prática, representa o “espaço morto”, que é ventilado e não perfundido, e encontra-se elevado em pneumopatas e cardiopatas, refletindo os distúrbios de perfusão e difusão pulmonar, quais sejam, hipertensão pulmonar, edema e/ou fibrose intersticial, metabolismo anaeróbico elevado e hiperventilação central por alterações nos quimiorreceptores. O valor do VE/VCO_2 também é dependente do momento em que é mensurado, sendo o ideal a utilização da análise durante todo o esforço através de regressão linear, chamada de *slope*. O valor normal do VE/VCO_2 *slope* é até 30. Valores acima de 34 a 36, segundo diferentes estudos, correlacionam-se a pior prognóstico¹⁻³ e valores acima

de 45 indicam prognóstico muito ruim⁴. Pelos mesmos motivos, a Pressão expirada final de CO_2 ($\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$) também tem valor prognóstico, inferindo disfunção ventilatória e pior prognóstico⁵ quando < 30 mm Hg no repouso ou < 33 mm Hg no limiar anaeróbio (LA).

Outra variável que auxilia a quantificação do esforço realizado é a Reserva Ventilatória, que é o percentual da Ventilação Voluntária Máxima (VVM) que não foi utilizada no exercício. Em indivíduos sem limitação respiratória, espera-se uma reserva ventilatória em torno de 40% da VVM. Valores de reserva ventilatória bem reduzidos são encontrados em pneumopatas graves e atletas. Ao contrário, valores elevados são encontrados em cardiopatas e indivíduos que realizaram esforço muito submáximo. Para a realização de TECP em pneumopatas, recomenda-se um exame espirométrico prévio para avaliar a VVM real e utilizar os valores previstos nesta situação, pois nem todos os aparelhos de ergoespirometria o fazem. O aspecto da curva ventilatória também tem algumas implicações. Distúrbios ventilatórios centrais observados em repouso, como por exemplo, a Respiração de Cheyne-Stokes, ocasionalmente podem ser observados no exercício como um padrão chamado “Ventilação Oscilatória ao Exercício” ou “Ventilação Periódica” (Figura A), de

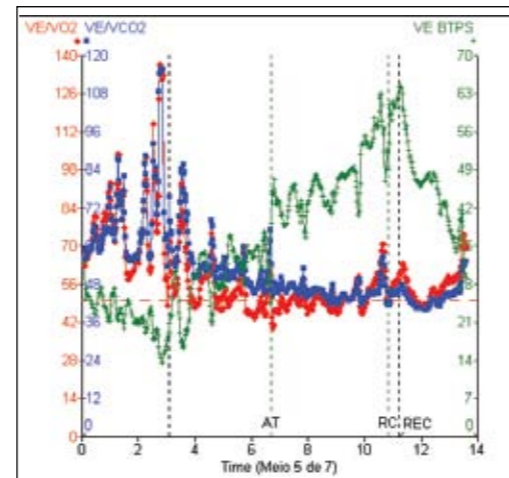


Figura A

grande valor prognóstico, principalmente para morte por arritmias⁶. Além da análise ventilatória, o TECP também monitora a saturação periférica da oxihemoglobina: uma queda da saturação ≥ 4 pontos durante o exercício demonstra a presença de doença pulmonar ou de cardiopatia com *shunt*.

O Pulso de Oxigênio (Pulso de O_2) é a análise da relação do VO_2 com a frequência cardíaca (FC) durante o exercício incremental (VO_2/FC) e pode inferir o débito sistólico (DS). Como o VO_2 é diretamente proporcional ao débito cardíaco vezes a diferença artério-venosa de oxigênio ($\text{C}_{(\text{A-V})}\text{O}_2$), podemos considerar que a $\text{C}_{(\text{A-V})}\text{O}_2$ se eleva hiperbolicamente sem grandes desvios e dizer que o VO_2 se torna dependente do débito

cardíaco ($\text{VO}_2 = \text{DS} \times \text{FC}$), na ausência de doenças como anemia, hemoglobinopatias, doenças pulmonares hipoxêmicas, cardiopatas com “shunt”, entre outras. Desta forma, o Pulso de Oxigênio (VO_2/FC) pode inferir o DS. É importante ressaltar que arritmias que cursem com FC muito irregular, como a fibrilação atrial, prejudicam a análise desta variável. A curva do Pulso de O_2 se eleva também hiperbolicamente e de forma consistente até próximo ao esforço máximo (Figura B), com valores $> 12\text{mL}/\text{batimento}$. Existem valores de predição para gênero e idade. De modo

geral, valores $< 8\text{mL}/\text{batimento}$ inferem disfunção ventricular ou esforço muito submáximo. Mais importante do que o valor absoluto é a análise do aspecto da curva. Uma parada precoce na ascensão da curva (curva em platô) ou, principalmente, a queda durante o esforço inferem disfunção ventricular frente ao exercício realizado⁷. Nos casos de cardiopatia isquêmica, a queda do Pulso de O_2 habitualmente demonstra o momento do início da isquemia miocárdica, antes das alterações eletrocardiográficas ou dos sintomas⁸.

Podemos citar outras variáveis passíveis de análise, como a quantificação do trabalho realizado através da Potência máxima, real para cicloergômetro e

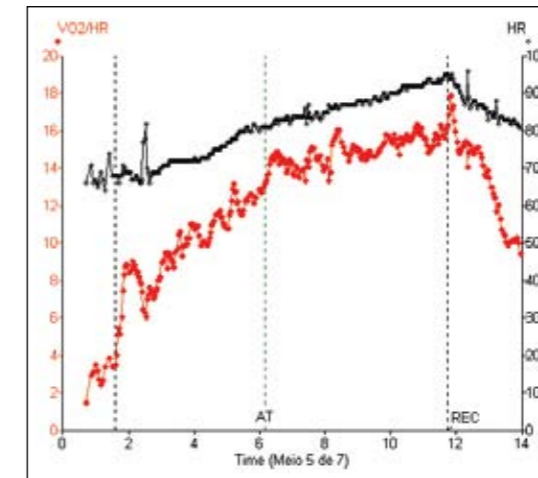


Figura B

estimada para esteira, e sua relação com o consumo de O_2 ($\Delta\text{VO}_2/\Delta\text{Potência}$), esta só aplicável em cicloergômetro. Valores de normalidade da $\Delta\text{VO}_2/\Delta\text{Potência}$ estão em torno de $10 \text{ mL}/\text{min}/\text{W}$, apontando pior prognóstico quando $< 7 \text{ mL}/\text{min}/\text{W}$ ⁹. A Eficiência Ventilatória no Consumo de Oxigênio (OUES em inglês) vem firmando sua utilidade na estratificação de risco a partir do TECP. Trata-se de uma variável dependente da análise logarítmica entre o VO_2 e a VE, de grande valor prognóstico, independentemente da realização de um esforço máximo ou não. O valor de corte para normalidade é $\geq 1.400 \text{ mL}/\text{min}$ ¹⁰, embora exista fórmula de predição baseada na idade, gênero e superfície corporal¹¹.

Referências Bibliográficas:

1. Arena A, Myers J, Aslam SS, et al. Peak VO_2 and VE/VCO_2 slope in patients with heart failure: A prognostic comparison. *Am Heart J* 2004;147:354-60.
2. Corrà U, Mezzani A, Bosimini E, et al. Ventilatory response to exercise improves risk stratification in patients with chronic heart failure and intermediate functional capacity. *Am Heart J* 2002;143:418-26.
3. Arena A, Myers J, Abella J, et al. Development of a ventilatory classification system in patients with heart failure. *Circulation*. 2007;115:2410-2417.
4. Arena A, Myers J, Abella J, et al. The Ventilatory classification system effectively predicts hospitalization in patients with heart failure. *J Cardiopulm Rehabil* 2008;28:195-198.
5. Arena A, Myers J, Abella J, et al. The partial pressure of resting end-tidal carbon dioxide predicts major cardiac events in patients with systolic heart failure. *Am Heart J* 2008;156:982-88.
6. Sun X-G, Hansen JE, Beshai JF, et al. Oscillatory Breathing and Exercise Gas Exchange Abnormalities Prognosticate Early Mortality and Morbidity in Heart Failure. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:1814-23.
7. Klainman E, Fink G, Lebzelter J, et al. The relationship between left ventricular function assessed by multigated radionuclide test and cardiopulmonary exercise test in patients with ischemic heart disease. *Chest* 2002;121:841-845.
8. Belardinelli R, Lacalaprice F, Carle F, et al. Exercise-induced myocardial ischaemia detected by cardiopulmonary exercise testing. *Eur Heart J* 2003;24:1304-1313.
9. Solal AC, Chabernaud JM and Gourgon R. Comparison of oxygen uptake during bicycle exercise in patients with chronic heart failure and in normal subjects. *Am Coll Cardiol*, 1990;16:80-85.
10. Myers J, Arena R, Dewey F, et al. A cardiopulmonary exercise testing score for predicting outcomes in patients with heart failure. *Am Heart J* 2008;156:1177-83.
11. Hollenberg M and Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: an index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:194-201.

ERRATA:

Na página 7 do Boletim 46, artigo “Descomplicando a ergoespirometria I”, linha 32 da terceira coluna, onde se lê “Em pacientes graves, aceita-se um $R > 1,05$ como esforço de intensidade máxima”, leia-se “Em pacientes graves, aceita-se um $R \geq 1,05$ como esforço de intensidade máxima”.

Sistemas de Ergometria e Ergoespirometria
Esteiras para Avaliação e Reabilitação
Desfibriladores, Cardioversores e Monitores
ECG's Digitais, Oxímetros e Capnógrafos
Assistência Técnica Permanente

CAEL

Porque sua tranquilidade é a nossa melhor imagem

Tel: (0xx21) 2592-9232
www.cael-on.com.br

expediente

DIRETORIA DO DERCAD/ RJ
Biênio 2010-2011

PRESIDENTE

Dra. Andréa London

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Dr. Fernando César de Castro e Souza

DIRETOR FINANCEIRO

Dr. George Léllo de Almeida

DIRETOR CIENTÍFICO

Dra. Maria Ângela Carreira

COORDENADORA DE ERGOMETRIA

Dra. Valéria Rubim

COORDENADOR DE REABILITAÇÃO

Dr. Daniel Arkader Kopiler

COORDENADOR DE CARDIOLOGIA DESPORTIVA

Dr. Marcos Brazão

Cardiologia do Exercício

Editora-chefe

Dra. Andréa London

Conselho Editorial

Dr. Mauro Augusto Santos

Dr. John Berry

Dr. Marco Aurélio Moraes

Dra. Paula Batista

Dr. José Caldas Teixeira

Dr. Serafim Ferreira Borges

Dr. Ricardo Vivacqua

Editor Associado

Dr. Salvador Serra

Presidentes Anteriores

1999-2001 Dr. Salvador Serra

2001-2003 Dr. Salvador Serra

2003-2005 Dr. Ricardo Vivacqua

2005-2007 Dr. Ricardo Vivacqua

2007-2009 Dr. Maurício Bastos de

Freitas Rachid

CRIAÇÃO E PRODUÇÃO

Projeto Gráfico

Rachel Leite Lima

AW Design

www.awdesign.com.br

Tel.: (21) 2717-9185

As opiniões publicadas nas diversas seções do **CARDIOLOGIA EM EXERCÍCIO** não necessariamente expressam os pontos de vista da diretoria do DERCAD/RJ.

www.dercad.org.br