

Terminologia Aeróbica ou Aeróbia

Nos últimos tempos, têm se observado uma crescente polêmica sobre qual seria o termo mais correto para se referir às reações metabólicas associadas ao uso do oxigênio - aeróbica ou aeróbia? Uma questão complexa entre fisiologistas e filologistas que são provavelmente mais favoráveis, respectivamente, a aeróbico e a aeróbia, entendemos que existem outros aspectos terminológicos mais relevantes em relação ao tema, que merecem uma atenção maior em função de sua aplicabilidade cotidiana.

O estudo do uso e do transporte do oxigênio pelo corpo humano tem interessado fisiologistas por séculos^{1,2}. A relevância do consumo máximo de oxigênio, há muito valorizada para o desempenho de atletas em eventos de longa duração³, tem sido objeto de literatura médica recente⁴, na qual são corroborados resultados epidemiológicos anteriores, destacando a sua importância como fator de prognóstico favorável em indivíduos saudáveis ou cardiopatas. Não obstante esse amplo reconhecimento, pode-se ainda observar confusões terminológicas e técnicas em relação a essa importante variável fisiológica e clínica. Os objetivos desse texto são chamar a atenção para os problemas das expressões e unidades relacionadas ao consumo de oxigênio e proporcionar subsídios teóricos para o profissional da área de exercício sobre o tema.

Aspectos Conceituais Básicos e a Sigla

O consumo de oxigênio representa a quantidade de oxigênio utilizada pelo organismo em um determinado intervalo de tempo.

Habitualmente, isso é medido a partir da quantidade de oxigênio utilizada ou seja, da diferença entre as quantidades de oxigênio inspirado e expirado no intervalo de um minuto.

Simplificadamente, depende assim, da ventilação pulmonar e das frações inspirada e expirada de oxigênio, deixando um pouco de lado questões como, os ajustes de temperatura, a pressão barométrica e a exigência de um quociente de troca gasosa sempre igual a unidade 5,6. O consumo de oxigênio representa uma medida de fluxo, isto é, um volume expresso por unidade de tempo. Sendo assim, os seus resultados deverão ser sempre expressos em litros por minuto (L/min) ou mililitros por minuto (mL/min) (obs: considerando que em algumas fontes o número 1 e a letra minúscula l são praticamente idênticos, têm-se recomendado utilizar a letra maiúscula L como sigla para litros)⁶. A sigla para consumo de oxigênio é $\dot{V}O_2$, destacando-se o ponto sobre o V para indicar que é uma medida de fluxo e não de volume (lê-se $V_{\text{ponto}}O_2$ em textos em português e $V\dot{O}_2$ em inglês, quando não é possível colocar o ponto sobre o V). A medida do consumo de oxigênio começou a ser feita no início do século⁷, sendo consideravelmente aprimorada com a técnica micrométrica de Scholander⁸. Vários autores nacionais têm discutido a técnica nos últimos anos em artigos^{3,9-12}, capítulos de livros¹³ e em livros¹⁴.

Aspectos Terminológicos

Diversos termos são disponíveis em relação ao componente aeróbico do metabolismo energético gerando muitas vezes dificuldades para os novatos e problemas de comunicação entre os mais experientes. Nesta etapa, procuraremos apresentar e esclarecer

sucintamente o significado de alguns desses termos.

Máximo

É o consumo máximo de oxigênio obtido durante o último minuto de um esforço primariamente aeróbico que envolva grandes massas musculares (ex. correr, pedalar, etc.), em geral por cerca de cinco a seis minutos, muito embora esse tempo seja substancialmente mais curto em indivíduos jovens e em atletas aerobicamente treinados.

Pico

É o maior consumo de oxigênio obtido nos instantes finais de um esforço máximo dentro de um período de amostragem previamente definida e que é então extrapolado para um minuto. Os períodos de amostragem podem ser tão curtos quanto um ciclo respiratório e tão longos como um minuto, situação na qual esse termo passa a ser sinônimo de máximo. Sempre que essa medida for utilizada é mandatório informar a duração do intervalo amostral. Deve-se observar que intervalos amostrais muito pequenos podem aumentar de modo artificial o valor obtido. Tende a ser menos reprodutível do que o máximo.

Máximo previsto

É calculado a partir de informações previamente obtidas. Há duas formas básicas para esse cálculo: a) equações considerando idade e gênero (algumas incluem condição clínica) e eventualmente dados antropométricos^{3,14} e b) pelas respostas a questionários de exercício físico realizável^{15,16}.

Idealmente devem ser específicas para as populações sendo testadas, podendo variar de acordo com a forma de exercício realizada. Pode apresentar um erro de até 50% (<20% para o cálculo com base em questionários) em relação ao valor real.

Estimado

É determinado a partir de equações de desempenho, nas quais são atribuídos equivalentes de gasto metabólico para determinadas tarefas (ou cargas) completadas. Existem diversas equações para distintos ergômetros e atividades, a maioria delas específicas para população e gênero. Pode ser utilizado em intensidades submáximas ou em esforço máximo, situação na qual passa a ser denominado de máximo estimado. Enquanto valores médios de uma amostra não tendem a apresentar erros, a margem de erro individual é substancial situando-se em média entre 10 a 25%, sendo maior em indivíduos muito destreinados (doentes) ou muito treinados (atletas).

Medido

Corresponde ao consumo de oxigênio efetivamente medido através da análise de gases expirados e da quantificação da ventilação pulmonar. É também conhecido como medida direta do consumo de oxigênio que é obtida durante o teste cardiopulmonar de exercício. Pode ser obtido em qualquer nível, do repouso ao exercício máximo, quando então pode ser denominado de máximo medido ou real. É protocolo e ergômetro dependente, sendo normalmente algo mais alto em esteira do que em ciclo, especialmente para aqueles acostumados a correr e que raramente pedalam. Sua fidedignidade é extremamente alta com os equipamentos modernos e apropriadamente utilizados e calibrados.

Alcançado

Corresponde a um determinado consumo de oxigênio efetivamente medido mas que não obrigatoriamente representa o máximo daquele indivíduo. Normalmente, esse termo é utilizado para esforços submáximos e, preferencialmente, deve ser empregado quando há uma medida direta do consumo de oxigênio. Alguns utilizam essa expressão quando não há certeza de que o exercício foi de intensidade máxima ou quando o teste é interrompido precocemente por razão clínica.

Absoluto

É a expressão utilizada quando o consumo máximo de oxigênio é apresentado em litros por minuto sem qualquer consideração às dimensões corporais.

Relativo

É o termo empregado para apresentar o consumo de oxigênio relacionado a alguma dimensão corporal, normalmente, o peso corporal. Permite uma melhor comparação entre indivíduos de dimensões corporais distintas. Os termos absoluto e relativo se aplicam e podem ser adicionados aos demais apresentados anteriormente (estimado, previsto e medido).

Capacidade funcional

Termo comumente utilizado em laudo de teste de exercício, ainda que dependente da condição aeróbica, não representa certamente um sinônimo. A capacidade funcional depende substancialmente da eficiência mecânica e não deve ser utilizado como substituto de uma medida aeróbica verdadeira. Idealmente a capacidade funcional deve ser expressa em termos de trabalho realizado (ex. watts ou distância percorrida em um

determinado protocolo ou teste de campo). Em várias situações práticas, há grande dissociação entre capacidade funcional e condição aeróbica, como por exemplo, em um indivíduo paraplégico (condição aeróbica provavelmente preservada e capacidade funcional em andar ou pedalar ausente) ou ainda, quando se estudam indivíduos em testes de exercício sucessivos¹⁷ ou a programas de treinamento¹⁸.

Capacidade aeróbica

Provavelmente a expressão mais utilizada pelos leigos e pelos profissionais da área. Embora esse termo seja extremamente popular, o seu uso é tecnicamente incorreto. Isto ocorre pois o conceito físico de capacidade está ligado a uma grandeza volumétrica, sendo, normalmente medida em litros, tal como por exemplo, a capacidade vital (volume máximo de ar que pode ser expirado após uma inspiração máxima) ou a capacidade de reservatório de um tanque de combustível de um automóvel ou de uma caixa de água. Na prática, a capacidade aeróbica de todos os indivíduos é idêntica já que existe ampla disponibilidade de oxigênio no ar ambiente.

Resistência aeróbica

Frequentemente comumente utilizada no jargão do treinamento desportivo, é também uma expressão inadequada do ponto de vista científico, já que resistência é uma grandeza física (ex. resistência elétrica medida em ohms) que não representa uma medida de fluxo, sendo pelo contrário, muitas vezes, a oposição a um fluxo. Seu uso deve ter se propagado muito provavelmente a partir de uma adaptação da expressão de língua inglesa endurance, característica essa comumente associada a atletas de excepcional desempenho em eventos de longa duração e de predomínio metabólico aeróbico.

Potência aeróbica máxima

Ainda que seja menos empregado é o termo que melhor reflete a utilização de energia derivada do metabolismo aeróbico por unidade de tempo, sendo assim adequado para indicar o fluxo de um gás, como é o caso do consumo máximo de oxigênio. Seus valores apresentam uma faixa de até 20 vezes a variabilidade entre os diversos indivíduos. Pode-se adicionar as expressões estimada e prevista quando os valores tiverem sido respectivamente, estimados e previstos.

Aptidão cardiorrespiratória

Expressão também bastante usada na área de Cardiologia, especialmente, para qualificar o desempenho em teste de exercício. Reflete a prontidão para o desempenho de uma determinada tarefa ou carga de trabalho. Apresenta todavia dificuldades em seu uso e interpretação, pois para alguns representa um valor absoluto enquanto para outros reflete uma condição relativa a um percentual do máximo previsto. Em adendo, assume um pressuposto respiratório, normalmente, não avaliado nos procedimentos sem medida direta do consumo de oxigênio e utiliza uma expressão - aptidão - com significado um tanto quanto impreciso.

Condição aeróbica

É um termo neutro, que não pressupõe uma grandeza física convencional, mas que permite uma clara compreensão, sendo assim, bastante apropriado para comunicação popular e entre pares. É mais adequadamente utilizado em conjunção com adjetivos que tendem a julgar o desempenho aeróbico (ex. boa condição aeróbica, melhora significativa da condição aeróbica, etc.).

Unidade do Consumo de Oxigênio Relativo

A medida do fluxo de oxigênio expressa por unidade de peso corporal deve ser apresentada com a notação e as unidades apropriadas dentro do Sistema Internacional de Unidades. Três grandezas se fazem representar, a saber (respectivas unidades): volume consumido de oxigênio (mL), peso corporal (kg) e tempo (min). A primeira grandeza é dividida pelas duas outras, desta forma, temos que a apresentação correta da unidade de medida do consumo de oxigênio relativo ao peso corporal é: mL/(kg.min) ou mL.(kg.min)⁻¹ ou mL.kg⁻¹.min⁻¹. O uso de outras formas de apresentação da unidade, ainda que muito comuns (ex. ml/kg/min) são cientificamente incorretas e deverão ser evitadas, assim como, deve-se atentar para o fato de que a unidade correta de quilogramas é kg (minúsculo) e não iKgí. É freqüente na área de exercício a utilização de uma outra unidade que é o MET (sempre escrito em maiúsculo pois se trata de uma sigla), que simplifica a

comunicação e a compreensão, ao apresentar o gasto metabólico em exercício ou atividade física como múltiplos do valor de repouso. Sendo assim um consumo de oxigênio de 10 METs (equivalente a uma corrida a 10 km/h) corresponde a um nível 10 vezes mais intenso do que o de repouso.

Conclusão

Esperando ter contribuído para reduzir as dificuldades e dúvidas da área aeróbica, desejamos que o máximo medido ou potência aeróbica máxima se encontre sempre em um nível bastante alto, correspondendo a uma excelente condição aeróbica e a uma capacidade funcional provavelmente alta, excedendo 13 METs ou cerca de 45 mL/kg.min, patamar associado com uma taxa de mortalidade por todas as causas inferior a 1% em cinco anos em indivíduos de meia-idade.

*Dr. Claudio Gil Soares de Araujo
Diretor-Médico da Clínica de Medicina do Exercício - CLINIMEX, Rio de Janeiro, RJ*

Referências

1. Dalton J. Experimental enquiry into the proportion of the several gases or elastic fluids, constituting the atmosphere. *Manch Philos Soc Mem* 1805;1:244-5.
2. Krogh A, Krogh M. On the tensions of gases in the arterial blood. *Skand Arch Physiol* 1910;23:179-83.
3. Araujo 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. 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;346:793-801.
5. Consolazio CF, Johnson RE, Pecora LJ. *Physiological Measurements of Metabolic Functions in Man*. New York: McGraw-Hill, 1963, pg. 6-9.
6. Jones NL. *Clinical Exercise Testing*. Philadelphia: Saunders, 3rd edition, 1988, pg. 292-3.
7. Hollmann W, Prinz JP. Ergospirometry and its history. *Sports Med* 1997;23:93-105.
8. Scholander PF. Analyzer for accurate estimation of respiratory gases in one-half cubic centimeter samples. *J Biol Chem* 1947;167:235-50.
9. Araujo CGS. Respostas cardio-respiratórias a um exercício submáximo prolongado. *Arq Bras Cardiol* 1983; 41(1):37-45.
10. Serra S. Ergospirometria. *Arq Bras Cardiol* 1997;68:301-4.
11. Yazbek Jr P, Carvalho RT, Sabbag LM, Battistella LR. Ergospirometria: teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. *Arq Bras Cardiol* 1998;71:719-24.
12. Ribeiro JP, Araujo CGS. Ergospirometria no diagnóstico diferencial de dispnéia. *Rev da Soc Cardiologia do Rio Grande do Sul* 1998;7(3):85-90.
13. Araujo CGS. Fisiologia do exercício. In: Araujo WB (coord.). *Ergometria e Cardiologia Desportiva*. Rio de Janeiro: MEDSI, 1986:1-57.
14. Araujo CGS. *Manual de Teste de Esforço*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2a. edição, 1984.
15. Myers J, Bader D, Madhavan R, Froelicher V. Validation of a specific activity questionnaire to estimate exercise tolerance in referred for exercise testing. *Am Heart J* 2001;142:1041-6.
16. Wisen AGM, Farazdaghi RG, Wollfart B. A novel rating scale to predict maximal exercise capacity. *Eur J Appl Physiol* 2002;87:350-7.
17. Russell SD, McNeer FR, Beere PA, Logan LJ, Higginbotham MB. Improvement in the mechanical efficiency of walking: an explanation for the íplateau effectí seen during repeated exercise testing of patients with heart failure. *Am Heart J* 1998;135:107-14.
18. Castro CLB, Araujo CGS. Serial cardiopulmonary exercise testing improves analysis of changes induced by exercise programs. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:S296 (abstract).