



# Respostas da frequência cardíaca de pico em testes máximos de campo e laboratório

Alexandre Lima dos Santos<sup>1</sup>, Sidney Cavalcante Silva<sup>2,3</sup>, Paulo de Tarso Veras Farinatti<sup>1</sup> e Wallace David Monteiro<sup>1,2,4</sup>

## RESUMO

**Fundamentos e objetivo:** A frequência cardíaca de pico ( $FC_{pico}$ ) obtida em testes máximos de laboratório é utilizada para a prescrição da intensidade do exercício aeróbio em situações de campo. Contudo, valores de  $FC_{pico}$  podem diferir em situações de campo e laboratório, influenciando na determinação da intensidade relativa do esforço. O objetivo do estudo foi verificar as respostas de  $FC_{pico}$  em testes máximos de campo e laboratório, analisando suas influências na prescrição do exercício. **Métodos:** Foram avaliados 25 homens fisicamente ativos, com idade entre 20 e 51 anos ( $28,9 \pm 8,5$  anos). Os indivíduos realizaram testes de 2.400 metros em pista oficial de atletismo e protocolos máximos de rampa em laboratório. Todos os testes foram feitos em um intervalo de duas semanas, com ordem alternada para cada indivíduo. Antes de cada teste eram aferidas a umidade do ar e a temperatura ambiente. Nas 48 horas precedentes, os indivíduos eram instruídos a não realizar atividades físicas. Possíveis diferenças nas respostas de  $FC_{pico}$  e condições ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) em campo e laboratório, foram testadas pelo teste *t* de Student emparelhado e simples, respectivamente ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** Os valores de  $FC_{pico}$  foram significativamente maiores no teste de campo, as diferenças podendo chegar a 10 batimentos em alguns casos. Essas diferenças podem ser parcialmente explicadas pelo fato de a temperatura e umidade do ar terem sido maiores no campo. **Conclusão:** Conclui-se que testes de campo tendem a provocar maior  $FC_{pico}$  que protocolos de laboratório, parecendo ser mais indicados para determinar a intensidade relativa do esforço aeróbio no treinamento físico.

## ABSTRACT

### Peak heart rate responses in maximum laboratory and field tests

**Background and objective:** The peak heart rate ( $HR_{peak}$ ) assessed in maximum laboratory tests has been used to determine the aerobic exercise intensity in field situations. However,  $HR_{peak}$  values may differ in field and laboratory situations, which can influence the relative intensity of the prescribed workloads. The objective of this study was to measure the  $HR_{peak}$  responses in laboratory and field maximum tests, analyzing their influence in the exercise

1. Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LABSAU-UERJ).

2. Laboratório de Fisiologia do Exercício – Instituto de Ciências da Atividade Física da Aeronáutica (ICAF-Aeronáutica).

3. Universidade Católica de Petrópolis (UCP).

4. Departamento de Educação Física – Universidade Gama Filho (UGF).

Recebido em 6/12/04. 2ª versão recebida em 11/3/05. Aceito em 20/4/05.

**Endereço para correspondência:** Wallace David Monteiro, Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, 8ª andar, sala 8.133 F. E-mail: wdm@uerj.br

**Palavras-chave:** Treinamento aeróbio. Intensidade do esforço. Corrida. Avaliação funcional.

**Key words:** Aerobic training. Effort intensity. Running. Measurement and evaluation.

**Palabras-clave:** Entrenamiento aeróbico. Intensidad del esfuerzo. Carrera. Evaluación funcional.

**prescription. Methods:** Twenty-five physically active men aged 21-51 yrs ( $28.9 \pm 8$  yrs) executed a 2,400 m field test in a running track and an individualized maximum treadmill ramp protocol. All tests were performed within two weeks, in a counterbalanced order. Before each test, the temperature and air humidity were checked, and the subjects were told no to engage in any physical activity 48 hours before. Differences between  $HR_{peak}$  and environmental conditions (temperature and humidity) in field and laboratory situations were respectively tested by paired and simple Student's *t* tests ( $p < 0.05$ ). **Results:**  $HR_{peak}$  values were significant higher in the field test than in the laboratory protocol, reaching 10 beats per minute in some cases. These differences may be partially accounted for a significant higher temperature and air humidity in the field conditions. **Conclusion:** In conclusion, maximum field tests seem to elicit higher  $HR_{peak}$  values than laboratory protocols, suggesting that the former procedures are more likely precise to determine the relative intensity of aerobic effort in physical training.

## RESUMEN

### Respuestas de la frecuencia cardíaca de pico en tests máximos de campo y de laboratorio

**Fundamentos y objetivo:** La frecuencia cardíaca de pico ( $FC_{pico}$ ) obtenida en los tests máximos de laboratorio y utilizada para la prescripción de la intensidad del ejercicio aeróbico en situaciones de campo. Con todo, los valores de  $FC_{pico}$  pueden diferir en situaciones de campo y de laboratorio, influyendo en la determinación de la intensidad relativa del esfuerzo. El objetivo del estudio fué el de verificar las respuestas de  $FC_{pico}$  en testes máximos de campo y de laboratorio analizando sus influencias en la prescripción del ejercicio. **Métodos:** Fueron evaluados 25 hombres fisicamente activos con edades entre los 20 y los 51 años ( $28,9 \pm 8,5$  años). Los individuos realizaron tests de 2400 metros en pista oficial de atletismo y protocolos maximos en rampa de laboratorio. Todos los tests fueron hechos en intervalos de dos semanas en un orden alternado para cada individuo. antes de cada test eran asignadas la humedad de aire y temperatura ambiente. En las 48 horas precedentes los individuos fueron instruidos a no realizar ninguna actividad física. Posibles diferencias en la  $FC_{pico}$ , en condindiones ambientales (temperatura y humedad relativa del aire) en campo y en laboratorio fueron testeados por el test *t* de Student emparejado y simple respectivamente ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** Los valores de  $FC_{pico}$  fueron significativamente mayores en el test de campo, las diferencias pueden llegar a 10 latidos en algunos casos. Esas diferencias pueden ser parcialmente explicadas por el hecho de la tem-

peratura y de la humedad del aire que fueron mayores en el campo. **Conclusión:** Se concluye que los tests de campo tienden a provocar mayor  $FC_{pico}$  que los protocolos de laboratorio, pareciendo ser mas indicados para determinar la intensidad relativa del esfuerzo aeróbico en el entrenamiento físico.

## INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais importantes na prescrição do exercício aeróbico é o controle da intensidade adequada do esforço. Existem algumas variáveis que podem ser usadas para esse fim. Entre elas pode-se citar o consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2máx}$ ), o equivalente metabólico, a percepção subjetiva do esforço, os limiares ventilatório e de lactato e a frequência cardíaca ( $FC$ )<sup>(1-6)</sup>. Entre esses indicadores, talvez o mais prático seja a  $FC$ , embora suas respostas possam ser influenciadas por diversos aspectos além do esforço propriamente dito. Dentre estes podem ser citados a temperatura ambiente<sup>(7)</sup>, ansiedade<sup>(8)</sup>, uso de medicamentos<sup>(9)</sup>, resistência do ar<sup>(10)</sup>, a umidade relativa do ar<sup>(11)</sup> e a eficiência mecânica para realizar determinada atividade<sup>(12)</sup>.

Uma das bases fisiológicas que regem a aplicação da  $FC$  como indicador de intensidade do esforço é a sua relação relativamente linear de seus valores relativos (percentuais da  $FC_{máx}$ ) com os valores relativos de consumo de oxigênio (percentual do  $\dot{V}O_{2máx}$ )<sup>(1,13-15)</sup>. Essa relação permite estimar o comportamento de uma variável em função da outra. Ou seja, quando um indivíduo se exercita em um dado percentual de seu  $\dot{V}O_{2máx}$ , ele exibe um percentual correspondente de sua  $FC_{máx}$ . O *American College of Sports Medicine*<sup>(1)</sup> recomenda que a intensidade do esforço para aprimoramentos na aptidão cardiorrespiratória deva situar-se entre 55% e 90% da  $FC_{máx}$  (50 a 85% do  $\dot{V}O_{2máx}$ ).

Além da sua relação com o  $\dot{V}O_{2máx}$ , um aspecto que favorece a utilização da  $FC$  é que ela constitui um indicador facilmente mensurável em esforços de natureza variada. Nesse sentido, cabe notar que uma estratégia que se utiliza frequentemente em prescrição do exercício é estimar a  $FC_{máx}$  com uso de equações preditivas. Esse procedimento, porém, pode apresentar margens de erros inaceitáveis na determinação da intensidade da atividade<sup>(5,16,17)</sup>. Por isso, para determinar a  $FC_{máx}$  real do indivíduo, costuma-se adotar dados obtidos em testes de laboratório.

Outro aspecto que pode influenciar nas respostas de  $FC_{máx}$  ao esforço é a quantidade de massa muscular envolvida. Nesse caso, talvez a maneira mais apropriada de designar as respostas de  $FC$  nas situações em que se procura determiná-la seja utilizar o termo 'pico de  $FC$ ' ou, simplesmente,  $FC_{pico}$ . A  $FC_{pico}$  traduziria o valor máximo da resposta de  $FC$  para uma atividade eletiva específica. Por exemplo, é comum verificarem-se respostas diferenciadas de  $FC_{pico}$  em esforços máximos realizados em ergômetros de braços, cicloergômetros, esteira rolante e remoergômetros<sup>(18-21)</sup>. Para fins de nomenclatura, denominaremos no presente estudo de  $FC_{pico}$  as maiores respostas  $FC$  em testes máximos.

Parece existir um consenso na literatura de que os maiores valores de  $FC$  são obtidos em testes máximos conduzidos em laboratório<sup>(22)</sup>. Porém, muitos aspectos podem influenciar na obtenção da  $FC_{pico}$  real. Embora alguns desses aspectos possam ser controlados em situações laboratoriais, quando o treinamento é aplicado em campo isso se torna bastante difícil. Algumas das variáveis sobre as quais se perde o controle, por outro lado, têm potencial de influenciar as respostas de  $FC$  durante o exercício. Deduz-se que as diferenças entre situações de campo e de laboratório podem afetar o comportamento da  $FC_{pico}$  e, conseqüentemente, sua relação com os percentuais específicos do  $\dot{V}O_{2máx}$ . Isso pode ter como conseqüência sub ou superestimativas da intensidade real de esforço trabalhada. Assim, o objetivo do presente estudo é verificar as respostas de  $FC_{pico}$  obtidas em testes máximos de campo e laboratório, analisando suas influências na prescrição do exercício aeróbico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Participaram do estudo 25 homens fisicamente ativos, com idade entre 20 e 51 anos (média =  $28,9 \pm 8,5$  anos). Os voluntários realizavam treinamento aeróbico prévio pelo menos três vezes na semana, por no mínimo 30 minutos ao dia. Todos estavam habituados a realizar seus treinamentos em esteira rolante e pista. Nenhum dos indivíduos apresentou problema de saúde que pudesse interferir na realização dos testes. Anteriormente ao ingresso no experimento, todos os indivíduos assinaram termo de consentimento pós-informado e o estudo foi aprovado pelo comitê de ética institucional.

### Protocolo

Inicialmente, os indivíduos responderam ao questionário PAR-Q. Em seguida, passaram por uma anamnese especialmente elaborada para identificar os aspectos referentes à prática de atividades físicas, incluindo-se aí a adaptação ao trabalho em esteira rolante.

Na primeira visita ao laboratório, os voluntários submeteram-se a uma avaliação antropométrica, na qual foram realizadas as medidas de estatura (antropômetro *GPM Instruments*, Genebra) e massa corporal (balança Filizola, Brasil). Posteriormente, a densidade corporal e o percentual de gordura foram estimados através das equações de Jackson e Pollock<sup>(23)</sup> e Siri<sup>(24)</sup>, respectivamente (compasso Lange, Cambridge Scientific Instruments, EUA).

Os testes de laboratório foram realizados em esteira rolante (*Quinton*, modelo Q65, EUA). A temperatura média ambiental foi de 22°C, variando de 20 a 23°C. A umidade relativa do ar média foi de 62,55%, variando de 59 a 65%. Para a determinação da  $FC_{pico}$ , foi utilizado um protocolo de rampa individualizado, com incrementos na velocidade. A duração dos testes oscilou de 8 a 12 minutos. Como critério de teste máximo, o avaliado deveria apresentar ao menos três das seguintes características: exaustão voluntária máxima, obtenção do platô para o consumo de oxigênio entre duas cargas consecutivas,  $R \geq 1,15$  e ausência de acréscimo da  $FC$  apesar do aumento da carga do exercício. Durante a realização dos testes, o  $\dot{V}O_{2máx}$  foi medido de forma direta (analisador de gases *Medical Graphics*, modelo CPX, EUA). Durante a aplicação dos protocolos os indivíduos foram motivados a desempenhar o esforço máximo. Não foi permitido segurar nas barras lateral ou frontal da esteira. O teste somente era interrompido mediante exaustão voluntária máxima dos indivíduos.

O teste de campo foi realizado em pista de atletismo oficial, consistindo na distância de 2.400m no menor tempo possível. Todos realizaram um aquecimento prévio, que consistiu de corrida leve e alongamentos para os membros inferiores. Durante o teste os voluntários foram encorajados verbalmente a cobrir a distância no menor tempo. A  $FC$  foi mensurada durante o teste por monitor da marca *Polar* (modelo Accurex Plus, Finlândia). A temperatura média local na realização dos testes foi de 32°C, variando de 26 a 38°C. A umidade relativa do ar média foi de 76%, variando de 72 a 84%.

Os testes de campo e laboratório foram realizados com intervalo máximo de duas semanas entre cada um. Os voluntários foram orientados a não realizar exercícios físicos nas 24 horas que precederam cada teste.

### Tratamento estatístico

Para testar possíveis diferenças entre as respostas de  $FC_{pico}$  nas situações de campo e de laboratório, foi aplicado o teste *t* de Student emparelhado. Para testar as diferenças na temperatura e umidade relativa do ar nas situações estudadas, foi aplicado o teste *t* de Student simples. Para ambos os procedimentos, foi adotado o nível de significância de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A seguir são apresentados os dados referentes às idades e características antropométricas da amostra estudada (tabela 1). Em seguida, são ilustrados os valores de estatística descritiva para as condições ambientais nas situações de campo e de laboratório (tabela 2). Por fim, são ilustrados os valores de  $FC_{pico}$  verificados em campo e em laboratório (tabela 3). Como pode ser constatado, os valores de  $FC_{pico}$  exibidos em campo apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação aos valores evidenciados em laboratório.

**TABELA 1**  
Idades e características antropométricas dos voluntários

Estatística descritiva	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)
Média	28,9	76,0	177,0
Desvio-padrão	8,5	12,5	7,3
Mínimo	20,0	53,4	165,0
Máximo	51,0	106,8	199,0

**TABELA 2**  
Condições ambientais apresentadas nos testes de campo e laboratório

Estatística descritiva	Temperatura nos testes de campo (°C)	Umidade relativa do ar nos testes de campo (%)	Temperatura nos testes de laboratório (°C)	Umidade relativa do ar nos testes de laboratório (°C)
Media	32*	76*	22	63
Desvio-padrão	3	7	1	6
Mínimo	26	72	20	59
Máximo	38	84	23	65

\* Diferença significativa em relação ao valor obtido em laboratório ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 3**  
Valores de  $FC_{pico}$  verificados nos testes de campo e laboratório

Estatística descritiva	$FC_{pico}$ campo (bpm)	$FC_{pico}$ laboratório (bpm)
Media	195,8*	191,8
Desvio-padrão	12,2	12,1
Mínimo	168,0	166,0
Máximo	218,0	214,0

\* Diferença significativa em relação ao valor obtido em laboratório ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

A quantificação da intensidade do esforço adequada é um aspecto fundamental na prescrição do exercício aeróbio, independentemente da população envolvida<sup>(1,25,26)</sup>. Nesse contexto, as respostas de FC ao esforço têm sido amplamente utilizadas<sup>(27)</sup>. Foi testada a hipótese de que os valores de  $FC_{pico}$  em campo e laboratório podem ser diferentes, influenciando de forma importante na determinação da intensidade do esforço. Baseado no princípio de que uma avaliação deve ser específica às condições de prescrição do treinamento, variações nas respostas em campo e laboratório podem afetar a eficiência da prescrição.

Uma das limitações do presente estudo recai no fato de não se ter garantia de que o esforço foi máximo nos testes de campo, como nos testes de laboratório. Os critérios de teste máximo para os testes feitos em laboratório são bem delineados e aceitos. No caso dos testes de campo, talvez o mais usado seja a exaustão para uma dada distância, como foi o caso do presente experimento. Apesar disso, as respostas de FC observadas em campo foram superiores àquelas obtidas em laboratório, levando-nos a crer que o esforço no campo foi, realmente, máximo.

No presente estudo, foram verificadas diferenças significativas nas respostas de  $FC_{pico}$  em campo e laboratório. Dentre os 25 indivíduos investigados, 20 apresentaram  $FC_{pico}$  maior nos testes de campo. Embora a média de  $FC_{pico}$  tenha se diferenciado em aproximadamente 5bpm, nas duas situações estudadas, variações individuais de até 10bpm foram observadas a favor dos testes de campo. Apenas cinco indivíduos apresentaram  $FC_{pico}$  menor no campo; todos exibiram valores inferiores a 4bpm em relação aos observados em laboratório.

A explicação mais provável para essa resposta parece estar relacionada à influência das condições ambientais nas respostas da  $FC_{pico}$  nas situações estudadas. De fato, diferenças significativas foram observadas, a favor do teste de campo, para temperatura e umidade relativa do ar. Um ambiente quente, como observado nos testes de campo, pode oferecer maior trabalho ao sistema cardiovascular, em comparação com os ambientes controlados nos testes de laboratório. Como destacado por Coris *et al.*<sup>(11)</sup> e Montain e Coyle<sup>(28)</sup>, os exercícios realizados em ambientes mais quentes ocasionam um desvio do fluxo sanguíneo do músculo para a periferia, na tentativa de controlar a temperatura corporal, transportando o calor para o meio externo. Em decorrência desse ajuste, menor quantidade de sangue fica disponível para os músculos em atividade, diminuindo o aporte de  $O_2$ . Como resultado, a FC tem que se elevar mais para suprir as necessidades do organismo.

Em adição, a umidade relativa do ar pode afetar mais exacerbadamente as respostas de  $FC_{pico}$  em testes de campo. Ela influencia diretamente na possibilidade de evaporação do suor, já que depende do gradiente de pressão do vapor de água entre a pele e o meio ambiente<sup>(29)</sup>. Logo, nos esforços realizados em umidades relativas do ar demasiadamente baixas, a volemia e a relação solvente-soluto sanguíneo tendem a se modificar, devido à perda líquida para o ambiente, gerando maior resposta de FC para manter o débito cardíaco. No caso de a umidade relativa do ar encontrar-se elevada, a tendência é uma dificuldade de evaporação do suor, prejudicando o processo de regulação da temperatura corporal<sup>(30)</sup>. Como resultado, a FC em campo tende a se elevar mais drasticamente, em relação aos ambientes mais controlados como os laboratórios.

As modificações no grau de hidratação também podem causar diferenças nas respostas de  $FC_{pico}$  em campo e laboratório. Embora se reconheça que a duração de um teste máximo de campo não seja suficientemente longa para induzir desidratação acentuada, pequenas variações no estado de hidratação podem ajudar a exacerbar as respostas de  $FC_{pico}$ <sup>(31)</sup>. Em testes de campo, sob condições quentes e úmidas, a probabilidade disso ocorrer não é negligenciável.

Outro aspecto que pode provocar maior estresse cardiovascular nos testes de campo, em relação aos testes de laboratório, é a resistência do ar. Esse efeito pode ser maior quando o sentido do deslocamento do indivíduo é contrário ao do deslocamento do ar, ocasionando maior esforço para vencer a resistência<sup>(10)</sup>. Uma constatação importante da influência da resistência do ar nas respostas de FC é obtida nas corridas em grupos. Como destacado por Kyle<sup>(32)</sup> e Pugh<sup>(33)</sup>, a corrida em grupos pode facilitar significativamente o desempenho devido ao exercício ser realizado no vácuo, podendo inclusive ocorrer redução no consumo de  $O_2$  e FC em comparação com a corrida realizada individualmente.

Os resultados deste estudo mostram que as respostas da  $FC_{pico}$  em campo e laboratório podem ser significativamente diferentes. Em nossa amostra, dos 25 indivíduos observados, 20 obtiveram maiores valores de  $FC_{pico}$  nos testes realizados em campo. A diferença média entre os valores de campo e de laboratório, para esses indivíduos, foi de 6bpm, tendo os resultados variado de 2 a 10bpm, a favor dos testes de campo. Obviamente, isso exerce implicações na determinação da intensidade do esforço, com variações acentuadas das cargas adequadas ao treinamento aeróbio. Por exemplo, utilizando como zona de treinamento uma faixa de 75 a 90% da  $FC_{pico}$ , para um indivíduo da amostra que apresenta

uma diferença de 6bpm, a faixa de treinamento ficaria situada entre 146 e 185bpm, tomando-se como base o valor de 195bpm obtido em laboratório. Para esse mesmo indivíduo, a mesma faixa de treinamento situa-se entre 151 e 180bpm, a partir de uma  $FC_{pico}$  de 201bpm obtida no teste de campo. Caso tomemos como base uma diferença de 10bpm entre as duas situações estudadas, a zona de treinamento prescrita em função de uma  $FC_{pico}$  de 180bpm obtida em laboratório seria de 135 a 162bpm. Já para um valor de 190bpm obtido em campo a faixa de treinamento situa-se entre 142 a 171bpm. Nesse caso, tomando como base a faixa de treinamento descrita, observa-se uma diferença de 7bpm no limite inferior e 9bpm no limite superior do espectro da FC usada para o treinamento. A partir daí, pode-se observar que as repercussões sobre a intensidade relativa do trabalho e efeitos esperados são evidentes.

Outro fator de erro na determinação da intensidade correta de treinamento diz respeito à adoção de equações que estimam a  $FC_{pico}$  com base na idade. Com esse intuito, diversas equações têm sido apresentadas na literatura<sup>(16)</sup>. O problema em utilizar essas equações recai no elevado erro padrão de estimativa obtido por todas, influenciando nas possibilidades de erro na prescrição do exercício<sup>(5,17,34)</sup>. Robergs e Landwehr<sup>(16)</sup> destacam que o erro de estimativa para propósitos de prescrição baseada na FC pode ser maior do que o associado à estimativa do  $\dot{V}O_{2max}$ . Os autores ainda destacam que, para propósitos de prescrição do exercício, erros aceitáveis na determinação da  $FC_{max}$  deveriam situar-se abaixo de 8bpm e, se o objetivo for a predição do  $\dot{V}O_{2max}$ , abaixo de 3bpm.

Como consequência, costuma-se apontar os testes de laboratório como os mais precisos para obter uma  $FC_{pico}$  real<sup>(22)</sup>. Os dados do presente estudo contrariam essa afirmação.

Ao menos para efeitos de prescrição do treinamento, os resultados aqui apresentados indicam que testes envolvendo a atividade a que o indivíduo está acostumado a realizar parecem ser melhores que os de laboratório na determinação de zonas-alvo de treinamento. Desse modo, a supervalorização de testes de laboratório como a melhor forma de obter a intensidade da prescrição do exercício aeróbio deveria ser, quando menos, questionada, principalmente quando o treinamento será realizado em condições de campo.

Em conclusão, testes de campo apresentam valores de  $FC_{pico}$  superiores aos dos testes de laboratório, podendo fornecer, em alguns casos, dados mais precisos para a quantificação da intensidade do exercício. Em termos práticos, isso significa que testes de campo, específicos para a atividade e condições ambientais reais de treinamento, podem representar uma opção mais confiável na determinação da intensidade relativa do esforço. Para realização de estudos futuros, recomenda-se que outros gestos motores sejam investigados, para avaliar a influência dos testes de campo e laboratório nas respostas de  $FC_{pico}$ , bem como suas repercussões na prescrição da intensidade do treinamento aeróbio.

---

*Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*

---

## REFERÊNCIAS

1. ACSM. Guidelines for exercise testing and exercise prescription. 6<sup>th</sup> ed. Williams & Wilkins, 2000.
2. Borg G, Ljunggren G, Ceci R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1985;54:343-9.
3. Nicholson RM, Sleivert GG. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. Med Sci Sports Med 2001;33:339-42.
4. Noble BJ, Borg GA, Jacobs I, Ceci R, Kaiser P. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. Med Sci Sports Exerc 1983;15:523-8.
5. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol 2001;37:153-6.
6. Bosquet L, Leger L, Legros P. Methods to determine aerobic endurance. Sports Med 2002;32:675-700.
7. Pandolf KB, Cafarelli E, Noble BJ, Metz KF. Hyperthermia: effect on exercise prescription. Arch Phys Med Rehabil 1975;56:524-6.
8. Bouchart C. Physical activity, fitness and health. Champain: Human Kinetics, 1994.
9. Wonisch M, Hofmann P, Fruhwald FM, Kraxner W, Hodl R, Pokan R, et al. Influence of beta-blocker use on percentage of target heart rate exercise prescription. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 2003;10:296-301.
10. Shepard RJ, Astrand PO. Endurance in sport. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Blackwell Science, 2000.
11. Coris EE, Ramirez AM, Durme DJV. Heat illness in athletes: the dangerous combination of heat, humidity and exercise. Sports Med 2004;34:9-16.
12. Stromme SB, Ingjer F, Meen HD. Assessment of maximal aerobic power in specially trained athletes. J Appl Physiol 1977;42:833-7.
13. Londeree BR, Ames AS. Tread analysis of % $\dot{V}O_{2max}$ -HR regression. Med Sci Sports Exerc 1976;8:122-5.
14. Gilman MB. The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. Sports Med 1996;2:73-9.
15. Zavorsky GS. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. Sports Med 2000;29:13-26.
16. Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the "HRmax = 220-age" equation. JEPonline 2002;5:1-10.
17. Ricard RM, Leger L, Massicote D. Validity of the "220-age formula" to predict maximal heart rate. Med Sci Sports Exerc 1990, 22, Suppl S96 (Abstract 575).
18. Londeree BR, Moeschberger ML. Effect of age and other factors on maximal heart rate. Res Q Exerc Sport 1982;53:297-304.
19. Tanaka H, Fukumoto S, Osaka Y, Ogawa S, Yamaguchi H, Miyamoto H. Distinctive effect of three different modes of exercise on oxygen uptake, heart rate and blood lactate and pyruvate. Int J Sports Med 1991;12:433-8.
20. Tanaka H. Effects of cross-training: transfer of training effects on  $\dot{V}O_{2max}$  between cycling, running and swimming. Sports Med 1994;18:330-9.
21. Kravitz L, Robergs RA, Heyward VH, Wagner DR, Powers K. Exercise mode and gender comparisons of energy expenditure at self-selected intensities. Med Sci Sports Med 1997;29:1028-35.
22. Froelicher VF, Myers JN. Exercise and the heart. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000.
23. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr 1978;40:497-504.
24. Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek J, Henschel A, editors. Techniques for measuring body composition. Washington DC: National Academy of Science 1961:223-4.
25. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, Paffenbarger RS, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. JAMA 1995;273:1093-8.
26. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. ACSM position stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. Med Sci Sports Exerc 1998;30:975-91.
27. Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: application and limitations. Sports Med 2003;33:517-38.
28. Mountain SJ, Coyle EF. The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J Appl Physiol 1992;73:1340-50.
29. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Manole, 2000.
30. González-Alonso J, Mora-Rodríguez R, Coyle EF. Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2000; 278:H321-30.
31. Sawka MN, Coyle EF. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. Exerc Sport Sci Rev 1999;27:167-218.
32. Kyle CR. Reduction of wind resistance and power output of racing cyclists and runners traveling in groups. Ergonomics 1979;22:387-97.
33. Pugh LGCE. The influence of wind resistance in running and walking and the mechanical efficiency of work against horizontal or vertical forces. J Physiol 1971; 213:255-76.
34. Inbar O, Oren A, Scheinowitz M, Rotstein A, Dlin R, Casaburi R. Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20- to 70-year-old men. Med Sci Sports Exerc 1994;26:538-46.