

Comparação de respostas fisiológicas absolutas e relativas entre ciclistas e triatletas

Fernando Diefenthaler¹, Cláudia Tarragô Candotti^{1,2}, Jerri Ribeiro¹ e Álvaro Reischak de Oliveira¹

RESUMO

Fundamentos e objetivo: O limiar anaeróbio, que pode ser determinado a partir do método ventilatório, tem sido proposto como um marcador de capacidade e como referência para prescrição de treinamento em exercícios de resistência aeróbia. O objetivo deste estudo foi comparar o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2MAX}$) e o limiar ventilatório (LV) de ciclistas e triatletas, durante teste em cicloergômetro. **Métodos:** Doze atletas do ciclismo e 13 atletas do triatlo foram submetidos a um teste de esforço máximo, para a determinação do $\dot{V}O_{2MAX}$ e LV, que foi mensurado por meio de medida direta, utilizando um ergoespirômetro. O valor do $\dot{V}O_{2MAX}$ foi considerado o maior valor mantido durante 30 segundos consecutivos durante o teste. Os equivalentes ventilatórios de oxigênio e de dióxido de carbônico, a pressão parcial de oxigênio e a pressão parcial de CO_2 ($P_{ET}CO_2$) foram plotados em um gráfico, em função da carga. A partir desses gráficos, o LV foi determinado usando o critério do aumento dos equivalentes ventilatórios com concomitante redução na $P_{ET}CO_2$. **Resultados e conclusão:** Houve diferença ($p < 0,05$) para o $\dot{V}O_{2MAX}$ ($57,72 \pm 3,92$ e $49,47 \pm 5,96 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), $\dot{V}O_2$ no LV ($46,91 \pm 5,96$ e $42,16 \pm 4,97 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) ($188,83 \pm 12,89$ e $174,61 \pm 13,79 \text{ bpm}$) entre ciclistas e triatletas, respectivamente. Entretanto, não houve diferença para o % $\dot{V}O_{2MAX}$ no LV ($81,42 \pm 7,61$ e $85,18 \pm 6,87\%$), frequência cardíaca correspondente ao LV ($168,5 \pm 13,79$ e $157,23 \pm 16,15 \text{ bpm}$) e % FC_{MAX} no LV ($89,23 \pm 6,98$ e $90,05 \pm 1,04\%$) entre ciclistas e triatletas. Concluiu-se que ciclistas e triatletas apresentaram diferenças quanto ao seu condicionamento aeróbio, pois apresentaram adaptações fisiológicas distintas.

ABSTRACT

Comparison of absolute and relative physiological responses of cyclists and triathletes

Bases and objective: The ventilatory threshold (VT) has been used as an indicator of the lactate threshold and used as a reference for endurance training. The purpose of this study was to compare the maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2MAX}$) and the VT during a bicycle ergometer test between cyclists and triathletes. **Methods:** $\dot{V}O_{2MAX}$ was determined by open-circuit spirometry in 12 cyclists and 13 triathletes. The ventilatory equivalent for oxygen consumption, the ventilatory equivalent for carbon dioxide production, partial pressure of oxygen and the partial pressure of carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$) were plotted in function of the workload. The criterion to determinate the VT was when the ventilatories equivalents increased with a concomitant reduction in the $P_{ET}CO_2$. **Results and**

1. Laboratório de Pesquisa do Exercício – LAPEX – UFRGS, Porto Alegre, RS.

2. Curso de Educação Física – UNISINOS, São Leopoldo, RS.

Aceito em 15/7/06.

Endereço para correspondência: Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – LAPEX – Sala 212, Rua Felizardo, 750, Bairro Jardim Botânico – 90690-200 – Porto Alegre, RS. E-mail: fdiefenthaler@gmail.com / aroliveira@esef.ufrgs.br / candotti@unisinors.br

Palavras-chave: Limiar ventilatório. Frequência cardíaca. Consumo máximo de oxigênio.

Keywords: Ventilatory threshold. Maximal oxygen uptake. Heart rate.

conclusions: There was difference ($p < 0.05$) for the $\dot{V}O_{2MAX}$ (57.72 ± 3.92 and $49.47 \pm 5.96 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), $\dot{V}O_2$ at VT (46.91 ± 5.96 and $42.16 \pm 4.97 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), and maximal heart rate (FC_{MAX}) (188.83 ± 12.89 and $174.61 \pm 13.79 \text{ bpm}$) between cyclists and triathletes, respectively. Therefore, there was no difference for the % $\dot{V}O_{2MAX}$ (81.42 ± 7.61 and $85.18 \pm 6.87\%$), the heart rate at VT (168.5 ± 13.79 and $157.23 \pm 16.15 \text{ bpm}$), as well as for the % FC_{MAX} at which VT occurred in these athletes (89.23 ± 6.98 and $90.05 \pm 1.04\%$). In conclusion, cyclists and triathletes showed different aerobic capacity because they had unlike physiological adaptations.

INTRODUÇÃO

O ciclismo é um dos esportes mais tradicionais no mundo, principalmente na Europa, onde é considerado o esporte número um. Esse esporte data do século XIX, quando surgiram as primeiras bicicletas de competição e também as primeiras provas, sendo a mais tradicional o *Tour de France*. O treinamento no ciclismo baseia-se na busca da superação dos atletas em provas que se estendem por 23 dias, entre os mais variados tipos de terrenos. Isso provoca importante demanda dos diversos aspectos fisiológicos, bioquímicos e biomecânicos. Dessa forma, é extremamente importante o domínio de todas essas variáveis a fim de otimizar o desempenho dos atletas⁽¹⁾.

O triatlo é um esporte que envolve natação, ciclismo e corrida e representa uma nova abordagem das três modalidades que o compõem, no que se refere a treinamento, equipamento, regulamentação e competição⁽²⁻⁴⁾. Os atletas que se dedicam a essa modalidade devem ser polivalentes e apresentar versatilidade, de modo que transitem igualmente pelos três esportes. O treinamento do triatlo, por se tratar de uma prova mista (natação, ciclismo e corrida), resulta geralmente em adaptações que melhoram os valores do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2MAX}$), bem como adaptações no limiar anaeróbio.

O treinamento no triatlo, portanto, envolve as três modalidades simultaneamente e isso acarreta redução no tempo de treinamento do triatleta para cada esporte específico, quando comparado com um atleta que treina somente uma modalidade⁽⁵⁾. Entretanto, tem sido referido que o aproveitamento da capacidade aeróbia máxima de cada modalidade sugere melhora generalizada no sistema cardiovascular, ou seja, parece que o treinamento específico de uma modalidade intervém na outra⁽⁶⁾. Portanto, acredita-se que o sucesso em uma prova de triatlo de longa duração (*Ironman*) pode ser assumido pelo resultado da habilidade do triatleta em manter um ritmo forte nas três modalidades por um período prolongado de tempo.

O limiar anaeróbio tem sido utilizado, com sucesso, como um parâmetro do desempenho em esportes de resistência aeróbia⁽⁷⁾, sendo definido como a taxa metabólica mais alta em que a concentração do lactato sanguíneo é mantida em um mesmo nível

(*steady-state*), durante o exercício prolongado⁽⁶⁾. O limiar anaeróbio pode ser determinado a partir do método ventilatório⁽⁹⁾ e tem sido proposto como um índice de capacidade para exercícios prolongados e, também, como referência para prescrição de treinamento^(7-8,10).

Alguns estudos têm medido o $\dot{V}O_{2MÁX}$ analisando as variáveis dos gases expirados ou mesmo medindo a concentração de lactato sanguíneo para detectar o limiar anaeróbio em atletas que treinam somente uma modalidade⁽⁶⁻⁷⁾. Atletas de elite do ciclismo e da corrida geralmente apresentam alto $\dot{V}O_{2MÁX}$ e elevado limiar anaeróbio quando avaliados em suas respectivas especialidades (cicloergômetro e esteira). Como os triatletas não são especializados em nenhuma das três modalidades que compõem o treinamento do triatlo, acredita-se que devam apresentar comportamento distinto dos nadadores, ciclistas e corredores, tanto para o $\dot{V}O_{2MÁX}$ quanto para o limiar anaeróbio.

Considerando que a etapa de ciclismo representa mais de 50% do tempo total de uma prova de triatlo e antecede a corrida, fase esta que tem sido referida como decisiva da prova⁽⁶⁾, parece ser importante que o triatleta apresente desempenho no ciclismo que esteja próximo daquele dos ciclistas de elite.

Na década passada, o tempo médio de uma prova de 40km contra-relógio no ciclismo era de aproximadamente 48 min⁽¹¹⁻¹²⁾, enquanto que no triatlo era de 54min (*International Triathlon Union*). Atualmente, devido às mudanças nas regras do triatlo, o tempo da etapa de ciclismo tem apresentado redução significativa. Uma vez que se verifica a diminuição da diferença entre o desempenho de triatletas e de ciclistas, a determinação das diferenças fisiológicas entre os dois grupos é de extrema importância. Estudos que busquem essa comparação irão contribuir de forma significativa para a determinação de novas estratégias de treinamento, pois entendemos que o desempenho do ciclista deve ser utilizado como parâmetro de referência para a prescrição de treinamento do triatleta.

Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar o $\dot{V}O_{2MÁX}$ e o $\dot{V}O_2$ correspondente ao limiar ventilatório (LV) de ciclistas e triatletas, durante teste em cicloergômetro. Como hipótese deste estudo considerou-se que tanto o (1) $\dot{V}O_2$ correspondente ao limiar ventilatório (LV) como o (2) percentual do consumo máximo de oxigênio ($\% \dot{V}O_{2MÁX}$) dos ciclistas seria maior do que o dos triatletas, já que o triatleta treina mais duas modalidades esportivas, além do ciclismo, não podendo especializar-se.

METODOLOGIA

Amostra

A amostra foi constituída por 12 atletas do ciclismo (grupo 1) e 13 atletas do triatlo (grupo 2), ambos os grupos de elite e com um mínimo de três anos de prática das respectivas modalidades. Todos os indivíduos eram do sexo masculino. Não houve restrição quanto à faixa etária dos participantes. Foram fornecidas, antes dos testes, informações detalhadas a respeito dos procedimentos a serem utilizados. Todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e informado. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Procedimentos de aquisição

Os atletas foram submetidos a um protocolo para determinação do $\dot{V}O_{2MÁX}$. Esse protocolo foi realizado em um cicloergômetro computadorizado *CARDIO₂* (*Medical Graphics Corp.*, St Louis, EUA), o qual fornece a carga de trabalho de cada estágio e a cadência da pedalada. O $\dot{V}O_{2MÁX}$ foi mensurado de forma direta, utilizando um analisador de gases modelo *CPX/D* (*Medical Graphics Corp.*, St Louis, EUA).

Foi utilizado um protocolo em rampa com incrementos de carga de 30 watts·min⁻¹ até a exaustão ou quando os atletas não conseguiam manter a cadência acima de 70rpm. Após o término do tes-

te, era sugerido aos atletas uma recuperação ativa na bicicleta pedalando por quatro minutos.

Os atletas foram posicionados no cicloergômetro, ficando dois minutos em repouso para registrar os valores de base (quando o coeficiente respiratório estava em torno de 0,8 e o teste era iniciado). Durante o protocolo, os atletas mantiveram cadência acima de 90rpm. A frequência cardíaca foi monitorada durante todo o protocolo, através de eletrocardiograma em derivação *CM5* (Funbec, Brasil).

O selim e os pedais originais do cicloergômetro foram substituídos por equipamentos utilizados em bicicletas de competição, o que permitiu que os atletas utilizassem suas próprias sapatilhas.

Procedimentos de análise

Uma vez conhecidos os valores do $\dot{V}O_{2MÁX}$, da produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e da ventilação (*VE*), fornecidos pelo ergoespirômetro, esses valores foram plotados, em um gráfico, em relação à carga do teste. O valor do $\dot{V}O_2$ considerado máximo foi o maior valor mantido por 30 segundos consecutivos durante o teste⁽¹⁰⁾.

O equivalente ventilatório de oxigênio ($VE/\dot{V}O_2$), o equivalente ventilatório de CO_2 ($VE/\dot{V}CO_2$), a pressão expirada de oxigênio ($P_{ET}O_2$) e a pressão expirada de CO_2 ($P_{ET}CO_2$) foram plotados em gráficos, em função da carga. O $\dot{V}O_2$ correspondente ao segundo limiar ventilatório foi determinado como sendo o ponto de aumento dos dois equivalentes ventilatórios concomitante com a redução da $P_{ET}CO_2$ e com o segundo aumento da curva ventilatória. Para a determinação desse valor, foi utilizada a estratégia de duplo-cego, por meio da avaliação dos gráficos, por dois especialistas.

Tratamento estatístico

A análise estatística foi realizada utilizando-se o *software SPSS 10.0*. Foi utilizado o teste *t* independente para verificar as diferenças entre triatletas e ciclistas quanto ao: (1) $\dot{V}O_{2MÁX}$, (2) LV e (3) $\% \dot{V}O_{2MÁX}$. O nível de significância adotado foi 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que houve diferença ($p < 0,05$) para o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2MÁX}$) e para o limiar ventilatório (LV) entre os grupos 1 e 2, de ciclistas e triatletas, respectivamente, conforme ilustra a figura 1. Os resultados também demonstraram que para o percentual do consumo máximo de oxigênio ($\% \dot{V}O_{2MÁX}$) não houve diferença entre os ciclistas e triatletas.

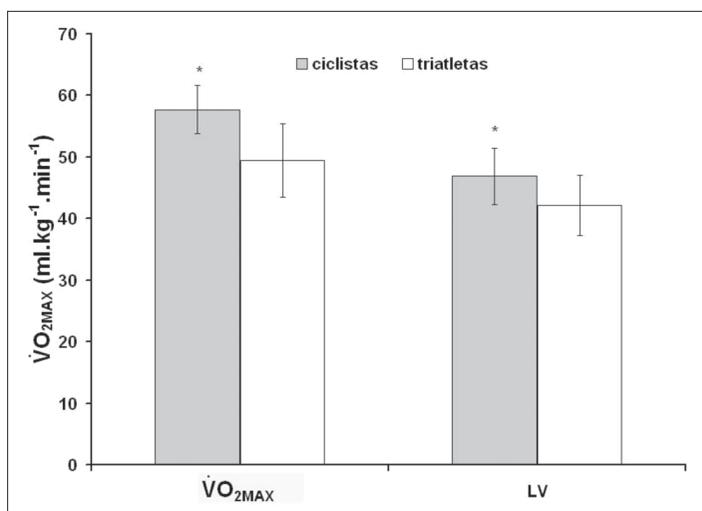


Figura 1 – Médias e desvios-padrões do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2MÁX}$) e do $\dot{V}O_2$ correspondente ao limiar ventilatório (LV) de ciclistas e triatletas. * $p < 0,05$.

Os valores médios do $\dot{V}O_{2MAX}$ e LV foram diferentes, mostrando que ambos os grupos não possuíam um mesmo nível de treinamento aeróbio. Os triatletas apresentaram as médias do $\dot{V}O_{2MAX}$ ($49,47 \pm 5,96 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e do $\dot{V}O_2$ no LV ($42,16 \pm 4,97 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) menores que as dos ciclistas ($57,72 \pm 3,92 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $46,91 \pm 5,96 \text{ kg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), respectivamente, indicando que o treinamento especializado dos ciclistas permitiu adaptações fisiológicas que resultaram em maior capacidade aeróbia, quando comparados com os triatletas. Porém, a média da percentagem do consumo máximo de oxigênio ($\% \dot{V}O_{2MAX}$), que representa o quanto o LV se aproxima do $\dot{V}O_{2MAX}$, dos triatletas ($85,18 \pm 6,87\%$) foi levemente superior à dos ciclistas ($81,42 \pm 7,61\%$). Isso pode ser explicado pelo fato de que o grupo dos triatletas, apesar de não treinar mais especificamente o ciclismo, divide seu tempo treinando duas modalidades (natação e corrida), o que demanda maior número de horas semanais para seu treinamento do que o grupo dos ciclistas.

Em um estudo utilizando cicloergômetro e esteira rolante, foi constatado que a maioria dos triatletas registrou valores mais altos de $\dot{V}O_{2MAX}$ na corrida, seguido pelo ciclismo e pela natação. A maioria dos triatletas de elite obteve valores de $\dot{V}O_{2MAX}$ próximos ou inferiores ao $\dot{V}O_{2MAX}$ de ciclistas e corredores de elite⁽¹³⁾. Esses dados, portanto, corroboram que os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com a literatura.

O lactato sanguíneo e o limiar ventilatório têm sido usados para identificar o ponto onde ocorre abrupto aumento na produção de ácido láctico (acidose metabólica) durante o exercício⁽¹⁴⁾. A magnitude da utilização fracional do consumo máximo de oxigênio ($\% \dot{V}O_{2MAX}$), referente ao limiar anaeróbio, parece estar muito próxima à relatada no desempenho durante provas de resistência aeróbia na corrida e no ciclismo⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

Tal correlação pode ser explicada pelo fato de que, durante o teste em cicloergômetro, podem-se medir a carga aplicada, a velocidade, a cadência da pedalada e a frequência cardíaca (FC) em cada momento do teste. Então, ao se verificar o momento no qual aconteceu o limiar ventilatório e o $\dot{V}O_{2MAX}$, pode-se relacionar tais valores com a velocidade, carga, FC e cadência nos respectivos pontos, para com isso permitir a otimização do treinamento. Dessa forma, os resultados obtidos em testes laboratoriais podem ser utilizados na prescrição de um treinamento mais eficaz, bem como no planejamento de estratégias de competição.

O limiar ventilatório e o lactato, reportados durante um estudo com triatletas⁽⁷⁾, foram similares ou pouco inferiores aos relatados em atletas do ciclismo. Segundo Ribeiro *et al.*⁽¹⁰⁾, fatores associados ao limiar anaeróbio limitam a utilização do $\% \dot{V}O_{2MAX}$ que pode ser sustentado durante exercícios de resistência aeróbia. Em ciclistas com valores similares de $\dot{V}O_{2MAX}$, o tempo de fadiga foi mais que o dobro para os atletas em que o limiar ocorria a 81% do $\dot{V}O_{2MAX}$, quando comparado com aqueles em que o limiar ocorria a 66% do $\dot{V}O_{2MAX}$. Isso significa dizer que, quanto maior o percentual do $\dot{V}O_{2MAX}$, mais eficiente será o atleta, pois ele terá capacidade de suportar e manter um ritmo bem mais próximo do seu máximo, por um longo período de tempo, sem com isso aumentar a produção de lactato sanguíneo.

No presente estudo, os ciclistas e os triatletas apresentaram diferença ($p < 0,05$) no valor de $\dot{V}O_2$ correspondente ao limiar ventilatório. Dessa forma, aceitou-se a primeira hipótese, pois o grupo 1 apresentou valores mais elevados do LV que o grupo 2, mostrando que a especificidade do treinamento alterou as adaptações fisiológicas. No entanto, a análise do percentual do consumo máximo de oxigênio ($\% \dot{V}O_{2MAX}$) não apresentou diferença entre os grupos. Sendo assim, rejeitou-se a segunda hipótese deste estudo.

O $\dot{V}O_{2MAX}$ é considerado o melhor indicador de capacidade aeróbia e o LV, o indicador mais sensível às alterações do condicionamento aeróbio em resposta ao treinamento⁽¹⁸⁻¹⁹⁾. No entanto, recentemente alguns pesquisadores verificaram que o $\dot{V}O_{2MAX}$ não é

o melhor indicador para o desempenho em provas de resistência aeróbia^(1,14). Tem sido sugerido que o mais importante é o ritmo que o atleta pode manter sem acumular grandes quantidades de lactato (aproximadamente 5% abaixo do LV). Parece haver consenso de que o aumento de lactato sanguíneo durante o exercício intenso é um fator limitante para o desempenho, principalmente, em provas de resistência aeróbia^(1,10,14-16).

Os resultados do presente estudo quanto ao $\dot{V}O_{2MAX}$, LV e o $\% \dot{V}O_{2MAX}$, obtidos, para ambos os grupos, sugerem que independente da especificidade do treinamento, a quantidade de horas de treino (sessões) e sua intensidade tenham sido o fator determinante para que ciclistas e triatletas apresentem níveis distintos de condicionamento aeróbio.

A partir da inclusão do triatlo nos jogos olímpicos (Jogos Olímpicos de Sydney, 2000), o nível técnico em cada modalidade que compõe o esporte exigiu dos atletas um altíssimo preparo físico. Na busca pela melhor *performance*, triatletas e técnicos têm utilizado, como parâmetros para a prescrição do treinamento, os tempos individuais de atletas de natação, ciclismo e corrida.

Dessa forma, acreditamos que, à medida que o grupo dos triatletas utilizar os valores de $\dot{V}O_{2MAX}$ e $\dot{V}O_2$ correspondente ao LV alcançados pelo grupo dos ciclistas, como referência, na tentativa de aprimorar sua capacidade aeróbia, melhora no desempenho na etapa de ciclismo, seguramente, será observada. Assim como melhor desempenho final durante uma prova de triatlo.

Os resultados deste estudo também demonstraram que houve diferença ($p < 0,05$) para a frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) entre os grupos 1 e 2, sendo os maiores valores para os ciclistas. Os resultados também demonstraram que não houve diferença para a frequência cardíaca correspondente ao limiar ventilatório (FC_{LIM}) e para o percentual da frequência cardíaca máxima ($\% FC_{MAX}$) entre os ciclistas e triatletas. A figura 2 ilustra as médias e desvios-padrões da FC_{MAX} e da FC_{LIM} em ambos os grupos.

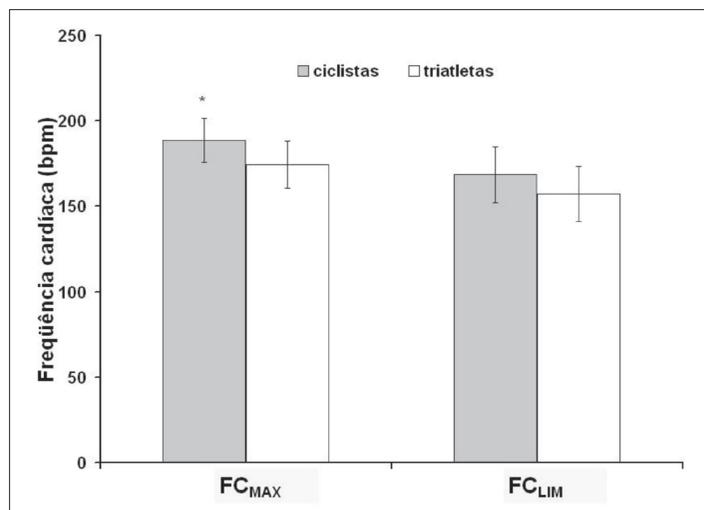


Figura 2 – Médias e desvios-padrões da frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) e frequência cardíaca de limiar (FC_{LIM}) de ciclistas e triatletas. * $p < 0,05$.

A média da FC_{MAX} dos ciclistas ($188,83 \pm 12,89 \text{ bpm}$) foi superior à dos triatletas ($174,61 \pm 13,79 \text{ bpm}$), sugerindo que o grupo dos ciclistas, em função da especificidade do treinamento, pode atingir valores de pico mais altos. Os ciclistas possuem uma zona de frequência cardíaca, durante o exercício intenso, bem próxima ao seu limite máximo estimado ($220 - \text{idade}$).

Independente do tipo de treinamento, as variáveis fisiológicas ($\dot{V}O_{2MAX}$ e FC_{MAX}), de ambos os grupos, apresentaram valores médios maiores para os ciclistas, provavelmente em função da especificidade do treinamento e não da carga de treinamento, o que está em acordo com outros estudos⁽¹⁵⁾. Ciclistas realizam, em média, 10

sessões de treinamento de ciclismo semanal, divididos em dois turnos (manhã e tarde). Enquanto que os triatletas realizam, em média, 13 sessões de treinamento divididas entre: natação (cinco sessões), ciclismo (quatro sessões) e corrida (quatro sessões).

Na maioria das vezes, o treinamento é realizado em condições que não permitem controlar com exatidão a mesma velocidade que foi obtida nos testes. Utiliza-se, então, a frequência cardíaca correspondente a essa velocidade. Assim, tem-se um meio mais fácil de controle da intensidade do esforço, já que o controle da FC em pequenos intervalos de tempo é bem mais simples e prático e, por essa razão, é amplamente utilizado.

Segundo Denadai⁽²⁰⁾ e Morton e Billat⁽²¹⁾, não há necessidade de controlar a velocidade, presumindo-se que a relação velocidade *versus* FC não muda durante a sessão de treinamento. A afirmação desses autores pode ser contestada, pois nem sempre a relação velocidade *versus* FC é constante. Por exemplo, em um treino de ciclismo, a FC torna-se um parâmetro constante e fidedigno quando comparada com a velocidade, pois muitas vezes o local (relevo do percurso) possui subidas e descidas, vento contra e/ou a favor, fazendo com que a velocidade da pedalada mude constantemente, sem com isso alterar a intensidade do exercício.

Em um estudo envolvendo ciclistas⁽²⁰⁾, seis sujeitos realizaram três testes em uma bicicleta eletromagnética, com incrementos de carga de 25W a cada três minutos, o primeiro teste para a obtenção do limiar anaeróbio (LA), o segundo com carga imediatamente abaixo do LA e o terceiro com carga imediatamente acima do LA. Em sua conclusão, o autor diz que a FC, tanto nos exercícios realizados abaixo como acima do LA, não serve como um índice adequado para o controle da intensidade do exercício contínuo, pois com o passar do tempo (> 10 min) há uma dissociação entre a FC e a sobrecarga que está sendo aplicada, determinando com isso menor adaptação do organismo em resposta ao treinamento. Concluiu, ainda, que a prescrição da intensidade do exercício contínuo seja feita a partir das metodologias existentes (%FC_{MÁX}, % $\dot{V}O_{2MÁX}$ ou LA) e que o controle da sessão de treinamento seja, sempre que possível, baseado na sobrecarga encontrada (km·h⁻¹, m·min⁻¹ ou watts).

No momento em que começa a ocorrer uma dissociação entre FC e a carga de trabalho imposta, presume-se que os músculos iniciam um processo de fadiga, com possível aumento na produção de ácido láctico, com o objetivo de manter a mesma intensidade. Então, a FC tende a aumentar para compensar as adaptações exigidas durante o exercício.

A percentagem da frequência cardíaca máxima (%FC_{MÁX}) tem sido extensivamente utilizada como meio de prescrição da intensidade de exercício. Isso ocorre pela grande facilidade que existe em sua mensuração e também por sua estreita relação com o consumo de oxigênio e, conseqüentemente, com a intensidade do exercício. Analisando os resultados obtidos no presente estudo, no qual ciclistas e triatletas apresentaram %FC_{MÁX} muito semelhante, sugere-se que ambos os grupos devam treinar utilizando a %FC_{MÁX} como modulador da intensidade⁽²⁰⁾.

A partir dos resultados do presente estudo, acredita-se que a prescrição da intensidade do treinamento, de ambos os grupos, pode ser facilmente modulada pelo percentual do consumo máximo de oxigênio (% $\dot{V}O_{2MÁX}$) e, neste grupo de indivíduos, pelo percentual da frequência máxima (%FC_{MÁX}), apesar de não ter sido encontrada diferença significativa para a %FC_{MÁX} entre ciclistas e triatletas. Os resultados indicam que tanto os ciclistas como os triatletas estarão trabalhando muito próximo dos seus limiares ventilatórios.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstraram que tanto ciclistas como triatletas apresentaram valores diferentes para os limiares ventilatórios. Os resultados, também, sugerem que os atletas de

ambas as modalidades não treinam na mesma intensidade de esforço, de modo que as adaptações fisiológicas para cada grupo de atletas são distintas. Seria interessante conduzir outro estudo, com um grupo de amostragem maior e utilizar ciclistas e triatletas da categoria elite nacional, para que esses resultados possam ser comparados e padronizados. Acredita-se que, a partir dessa comparação, os ciclistas e triatletas poderão ser classificados em categorias de acordo com o seu desempenho no teste em cicloergômetro.

AGRADECIMENTOS

Este artigo é reflexo da paixão do Prof. Antônio Carlos Stringhini Guimarães pelo estudo dos aspectos biomecânicos e fisiológicos do ciclismo. Essa paixão norteou este e diversos outros trabalhos, orientados, ou não, por ele. O Prof. Guimarães faleceu no dia 22 de outubro de 2005 praticando justamente o esporte objeto de seu estudo. Seu comportamento ético não permitiria, em hipótese alguma, que seu nome constasse entre os autores deste trabalho, uma vez que não foi diretamente por ele orientado. Por todo o seu trabalho, influência, rigor científico e amizade, o homenageamos.

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

REFERÊNCIAS

1. Burke ER. Physiology of cycling. In: Garrent & Kirkendall, editors. Exercise and sport science. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p. 759-70.
2. O'Toole ML, Douglas PS, Hiller WD. Applied physiology of a triathlon. Sports Med. 1989;8(4):201-25.
3. Filho LAD. Triatlo. Rio de Janeiro: Editora Sprint; 1995.
4. Margaritis I. Factors limiting performance in the triathlon. Can J Appl Physiol. 1996;21(1):1-15.
5. Roalstad MS. Physiology testing of the ultraendurance triathlete. Med Sci Sports Exerc. 1989;21(5):200-4.
6. Galy O, Manetta J, Coste O, Maimoun L, Chamari K, Hue O. Maximal oxygen uptake and power of lower limbs during a competitive season in triathletes. Scand J Med Sci Sports. 2003;13:185-93.
7. Schneider DA, Lacroix KA, Atkison GR, Troped PJ, Pollack J. Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. Med Sci Sports Exerc. 1990;22(2):257-64.
8. McLellan TM, Cheung KSY. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. Med Sci Sports Exerc. 1992;24(5):543-50.
9. Wasserman K, MB McIlroy. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. Am J Cardiol. 1964;14:844-52.
10. Ribeiro JP, Yang J, Adams RP, Kuca B, Knutten HG. Effect of different incremental exercise protocols on the determination of lactate and ventilatory thresholds. Braz J Med Biol Res. 1986;19:109-17.
11. Lucía A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiology of professional road cycling. Sports Med. 2001;31(5):325-37.
12. Mujika I, Padilha S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. Sports Med. 2001;31(7):479-87.
13. Rowlands DS, Downey B. Physiology of triathlon. In: Garrent & Kirkendall, editors. Exercise and sport science. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p. 919-39.
14. La Fontaine TP, Londeree BR, Spath WK. The maximal steady state versus selected running events. Med Sci Sports Exerc. 1981;13(3):190-2.
15. Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: rationale and a case for affect-based exercise prescription. Prev Med. 2004;38:149-59.
16. Hug F, Bendahan D, Le Fur Y, Cozzone PJ, Grelot L. Metabolic recovery in professional road cyclists: A 31P-MRS study. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(5): 846-52.
17. Coyle EF, Coggan AR, Hopper MK, Walters TJ. Determinants of endurance in well-trained cyclists. J Appl Physiol. 1988;64(6):2622-30.
18. Edwards AM, Clark N, Macfadyen AM. Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. J Sports Sci Med. 2003;2:23-9.
19. Hebestreit H, Staschen B, Hebestreit A. Ventilatory threshold: a useful method to determine aerobic fitness in children? Med Sci Sports Exerc. 2000;32:1964-9.
20. Denadai BS. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde. 1995;2(1):74-88.
21. Morton RH, Billat V. Maximal endurance time at $\dot{V}O_{2MÁX}$. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(8):1496-504.