

Artigo Original

Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio

Ricardo Dantas de Lucas^{1,2}
Benedito Sérgio Denadai¹
Camila Coelho Greco¹

¹Laboratório de Avaliação da Performance Humana do Departamento de Educação Física IB/UNESP Rio Claro, SP, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Educação Física - Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

Resumo: O objetivo deste estudo foi revisar as respostas agudas do exercício intermitente máximo e supramáximo (intensidades próximas ou acima do consumo máximo de oxigênio - $\dot{V}O_{2max}$), e também no exercício intermitente submáximo, com intensidades próximas à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS). No treino intervalado acima de 100% $\dot{V}O_{2max}$ com repetições curtas (<60 s), a recuperação passiva entre as repetições permite maior intensidade durante as séries. Nas repetições mais longas, a recuperação ativa pode ser mais interessante, pois promove maior remoção de lactato sanguíneo e maior tempo próximo ao $\dot{V}O_{2max}$. No treinamento intervalado submáximo, a relação entre a intensidade e a duração das repetições ainda permanece, ou seja, as durações mais longas (>300 s) permitem intensidades menores e as mais curtas (150-300 s) permitem intensidades maiores, com condições metabólicas similares (i.e., MLSS). No entanto, os dois tipos de recuperação podem ser utilizados, já que proporcionam intensidades similares nestas condições.

Palavras-chave: Consumo máximo de oxigênio. Máxima fase estável de lactato. Treinamento intervalado.

Physiological responses during continuous and intermittent exercise: implications for the aerobic evaluation and training prescription

Abstract: The objective of this study was to review the acute responses to maximal and supramaximal intermittent exercise (intensities near or above maximal oxygen uptake - $\dot{V}O_{2max}$), and also at submaximal intermittent exercise, with intensities near maximal lactate steady state (MLSS). At the conditions of interval training above 100% $\dot{V}O_{2max}$ with short repetitions (<60 s), the passive recovery between the repetitions allows higher intensity during sets. For longer repetitions, the active recovery can be more efficient, since promotes greater blood lactate removal and longer time near $\dot{V}O_{2max}$. At the conditions of submaximal interval training, the relationship between intensity and duration of the repetitions are still maintained, i.e., the longer durations (>300 s) allow lower intensities and the shorter (150-300 s) allow higher intensities, with similar metabolic conditions (i.e., MLSS). However, both recovery types can be utilized, since they proportionate similar intensities at these conditions.

Key Words: Maximal oxygen uptake. Maximal lactate steady state. Interval training.

Introdução

O treinamento intervalado surgiu como forma de intensificar os treinamentos de corrida entre as décadas de 30 e 40 (DANIELS; SCARDINA, 1984). Desde então, este método de treinamento vêm se tornando cada vez mais utilizado, aprimorado e pesquisado por atletas, técnicos e cientistas, respectivamente (BILLAT, 2001a; LAURSEN; JENKINS, 2002; PATON; HOPKINS, 2004). De um modo geral, o treinamento intervalado se baseia no modo de exercício intermitente, ou seja, a realização de sucessivos períodos de exercício alternados com intervalos

de recuperação, sem razão fixa entre a duração e intensidade da atividade e da recuperação.

Desde os primeiros estudos na década de 60 e 70, a respeito das respostas fisiológicas agudas do exercício intermitente (ASTRAND et al., 1960; ÉSSEN; KAIJSER, 1978), tem sido mostrado que as respostas metabólicas, assim como o tempo de exaustão (T_{lim}) deste modo de exercício, são alteradas quando se compara a um exercício contínuo realizado na mesma intensidade absoluta.

Com o aprimoramento das técnicas de avaliação dos componentes fisiológicos que

determinam o desempenho de endurance (consumo de oxigênio – VO_2 , frequência cardíaca- FC e concentração de lactato sanguíneo – [Lac]) nas últimas décadas, mais modelos de estudo foram propostos para se avaliar o efeito tanto agudo quanto crônico do treinamento intervalado ([PATON](#); HOPKINS, 2004). A manipulação das variáveis do treinamento intervalado (duração das repetições, número de repetições, duração da recuperação, tipo de recuperação) e como esta manipulação modifica as respostas de VO_2 , lactato e tempo de exercício são temas de grande interesse e relevância para técnicos e atletas de esportes de endurance.

Embora nas duas últimas décadas o interesse pelo treinamento intervalado de alta intensidade (máximo e supramáximo) tenha sido o maior alvo das pesquisas na área do treinamento esportivo, recentemente tem-se aumentado o foco das pesquisas sobre a intensidade submáxima de treinamento intervalado, especificamente relacionada à máxima fase estável de lactato (MLSS).

Desta forma, na presente revisão foram abordados estudos que analisaram algumas respostas agudas do exercício intermitente máximo e/ou supramáximo (curta duração) e também no exercício intermitente submáximo (maior duração e intensidade associada à MLSS).

Respostas fisiológicas do exercício intermitente de curta duração

A intensidade de exercício associada ao VO_2 max (iVO_2 max) tem sido bastante explorada na ciência do esporte como forma de demarcar uma importante zona de treinamento da potência aeróbia ([BILLAT](#) et al., 2000, [BILLAT](#) 2001a,b). O exercício contínuo realizado na iVO_2 max pode ser sustentado (T_{lim}) por aproximadamente 4 a 6 min em média até atingir a exaustão ([BILLAT](#) et al., 1994). Tanto a iVO_2 max quanto o T_{lim} , têm sido utilizados como índices de potência aeróbia e capacidade anaeróbia, respectivamente, para prescrever de forma individualizada a duração e o número de estímulos em uma sessão intervalada, e também para prever a performance em atletas ([BILLAT](#); KORALSZTEIN, 1996; [BILLAT](#) 2001b). Entretanto, os valores de T_{lim} apresentam uma grande variabilidade intra- e inter-estudos, tornando muitas vezes difícil, possíveis

comparações entre os mesmos ([BILLAT](#); KORALSZTEIN, 1996).

Alguns estudos recentes ([BILLAT](#) et al., 1999; [SMITH](#) et al., 1999; [LAFFITE](#) et al., 2003; [SMITH](#) et al., 2003) têm manipulado sessões de treinamento intervalado em intensidades próximas ou na iVO_2 max, a fim de verificar a magnitude de aumento do T_{lim} , assim como no tempo de permanência no VO_2 max ou acima de uma determinada porcentagem deste (p.ex., 90 ou 95% VO_2 max) ([LIBICZ](#) et al., 2005; [MIDGLEY](#) et al., 2007), o que poderia estimular de forma mais eficiente as adaptações fisiológicas relacionadas à potência do metabolismo aeróbio, principalmente em atletas de elite.

[Libicz](#) et al. (2005) analisaram as respostas de VO_2 , com duas diferentes combinações de esforço:recuperação, realizadas na mesma intensidade (100% iVO_2 max) na natação. As sessões intervaladas analisadas foram 16x50m (~40 s exercício com 15 s de recuperação) e 8x100m (~80 s de exercício com 30 s de recuperação). Os resultados apontaram para uma igualdade de respostas tanto do VO_2 , como da FC durante as duas diferentes séries intervaladas. Entretanto, é interessante ressaltar que neste estudo o tempo de exercício gasto com valores próximos ao VO_2 max (>95%), foi praticamente o dobro na série de 8x100m (145 ± 165 s) em relação à série de 16x50 (68 ± 62 s). Entretanto, devido à alta variabilidade destes valores obtidos no estudo, não foi encontrado diferença significativa no tempo de permanência entre as duas sessões de treinamento intervalado. Concordando com este estudo, [Bentley](#) et al. (2005) também verificaram uma alta variabilidade na resposta de VO_2 , quando estudaram duas séries mais longas de treinamento intervalado na natação (4x400 m vs. 16x100 m) com intensidade correspondente ao $\Delta 25\%$ (25% da diferença entre a velocidade do limiar de lactato e a iVO_2 max). A relação esforço:recuperação para ambas as séries intervaladas foi de 3:1. Assim como o estudo realizado por [Libicz](#) et al. (2005), não foram verificadas diferenças nas respostas do VO_2 durante as duas sessões analisadas. Estes resultados demonstram que na natação parecem existir respostas fisiológicas diferentes ao treinamento intervalado de alta intensidade, quando comparado ao ciclismo ou a corrida ([LIBICZ](#) et al., 2005). Desta forma, parece não

existir um consenso na literatura científica em relação à melhor combinação esforço:recuperação, duração do esforço e duração da recuperação na natação, a fim de se obter melhor resposta cardiorrespiratória nos treinamentos intervalados.

[Midgley](#) et al. (2007) verificaram o Tlim e outras respostas fisiológicas entre uma corrida contínua e outra intermitente (ambas a 100% iVO_2max), em 13 corredores de endurance. A sessão de corrida intermitente consistiu em 30 s de corrida na iVO_2max e 30 s a 70% iVO_2max . O Tlim na corrida contínua ($5,9 \pm 1,8$ min) e na corrida intermitente ($20,8 \pm 7,7$ min) não foi diferente estatisticamente, devido à alta variabilidade do Tlim intermitente. Entretanto, houve uma alta correlação ($r=0,82$; $p=0,001$) entre os dois Tlim analisados. Já em relação às respostas fisiológicas máximas, foi verificado um menor VO_2pico no exercício intermitente em comparação ao exercício contínuo e ao teste incremental. Entretanto, a $FCpico$ em ambas as corridas contínua e intermitente foram menores do que o teste incremental. Já a [Lac] foi significativamente menor na corrida intermitente ($4,9 \pm 1,7$ mM) do que na corrida contínua ($8,3 \pm 1,8$ mM). Este menor acúmulo de lactato sanguíneo em exercício intermitente com intervalo de curta duração foi descrito pela primeira vez na década de 60 por [Astrand](#) et al. (1960) e também por [Cristensen](#) et al. (1960). A menor solicitação glicolítica observada neste tipo de exercício intermitente parece estar relacionada à maior reposição dos substratos ATP e PC, juntamente com aumento do citrato muscular ([ESSÉN](#); [KAIJSER](#), 1978).

Por outro lado, [Billat](#) (2001b) aponta como um dos fatores fisiológicos importantes para o treinamento intervalado de alta intensidade é que este aumenta a produção de lactato e em consequência, também estimula a sua remoção. Por esta razão, a referida autora aponta que a recuperação ativa entre as repetições de alta intensidade, pode ser importante para estimular a remoção de lactato sanguíneo. Entretanto, este aspecto deve levar em consideração a modalidade esportiva (natação vs. ciclismo vs. corrida), assim como a intensidade e duração dos estímulos na sessão intervalada ([DUPONT](#) et al., 2004; [TOUBEKIS](#) et al., 2005; [DORADO](#) et al., 2004).

Mais recentemente, o treinamento intervalado supra-máximo ($>100\%$ iVO_2max) também tem sido apontado como um método eficiente de treinamento para melhorar a potência aeróbia máxima (iVO_2max , $TlimVO_2max$), assim como a atividade tanto de enzimas glicolíticas (PFK, LDH), como oxidativas (CST, SDH) ([MACDOUGALL](#) et al., 1998; [BURGOMASTER](#) et al., 2005; [BURGOMASTER](#) et al., 2008) e consequentemente da performance de endurance ([TABATA](#) et al., 1996; [SEPTO](#) et al., 1999; [BURGOMASTER](#) et al., 2005).

O tipo de recuperação entre as repetições em uma sessão intervalada supra-máxima vem sendo estudado em diversas modalidades, assim como em diferentes combinações de duração e intensidade do esforço:recuperação ([DUPONT](#) et al., 2004; [TOUBEKIS](#) et al., 2005; [TOUBEKIS](#) et al., 2008; [THEVENET](#) et al., 2008).

[Toubekis](#) et al. (2005) testaram tanto o tipo (ativa vs. passiva) quanto a duração da recuperação (45 s vs. 120 s) em uma série curta e de alta intensidade na natação (8x25 m). Os resultados demonstraram que a recuperação passiva de 120 s foi a que gerou menor tempo médio para os 8x25 m ($15,1 \pm 0,3$ s), sendo significativamente menor do que a recuperação ativa de 45 s a uma intensidade aproximada de 60% $v100$ m ($16,4 \pm 0,4$ s). Após 6 min de recuperação do final da sessão intervalada supra-máxima, foi realizada uma repetição de 50m em máxima velocidade. A velocidade de 50m foi significativamente maior para as duas condições de maior recuperação na série (120 s independentemente do modo ativo ou passivo) do que as outras duas séries com 45 s de pausa. Esta melhor performance de 50m após as sessões intervaladas com maior período de recuperação, indica uma possível maior ressíntese de fosfocreatina (PC) durante os 8x25 m. Com estes resultados os autores defendem a não aplicação da recuperação ativa nos treinos intervalados de natação de alta intensidade e curta duração (~15 s), e sugerem que estudos com análise bioquímica e histológica são necessários para melhor compreensão dos mecanismos que favorecem a recuperação passiva nestas séries de alta intensidade. Entretanto, posteriormente [Toubekis](#) et al. (2008) demonstraram que a recuperação ativa na natação (~ 60% $v100$ m) realizada entre séries de sessões intervaladas de alta intensidade (e não

entre as repetições) melhora a performance das séries subseqüentes, provavelmente por menor acúmulo de lactato sanguíneo.

[Dupont](#) et al. (2004) demonstraram que a recuperação ativa (~40% $\dot{V}O_2\text{max}$), realizada durante um intervalado de 15s:15s (na $i\dot{V}O_2\text{max}$) diminui o Tlim (427 ± 118 s) quando comparado ao mesmo intervalado com recuperação passiva (962 ± 314 s), devido a um menor declínio de oxihemoglobina neste último modo de recuperação. Assim, os autores apontam que uma maior re-oxigenação da mioglobina em conjunto com uma maior ressíntese de CP ocorrida durante a recuperação passiva foram os fatores determinantes para aumentar o Tlim nesta sessão de exercício.

Desta forma, tanto na natação ([TOUBEKIS](#) et al., 2005; 2008), como no ciclismo ([DUPONT](#) et al., 2004) realizados em alta intensidade e curta duração ($\geq i\dot{V}O_2\text{max}$), a recuperação ativa entre as repetições parece prejudicar a performance das repetições, quando comparada à recuperação passiva.

Em outro modelo de estudo realizado por [Dorado](#) et al. (2004), foi verificado o efeito de três tipos de recuperação em uma sessão intervalada supra-máxima de ciclismo. A sessão intervalada consistiu em quatro repetições com carga equivalente a 110% $i\dot{V}O_2\text{max}$ (~120% $\dot{V}O_2\text{max}$) sendo que cada repetição foi realizada até a exaustão. O intervalo de recuperação entre as repetições foi de 5 min e estas foram manipuladas de três formas diferentes: ativa (50% $i\dot{V}O_2\text{max}$), passiva e realizando alongamentos. A sessão realizada com recuperação ativa apresentou melhores resultados de performances entre as repetições, do que as sessões realizadas com recuperação passiva ou alongamentos. Na sessão com recuperação ativa o trabalho total realizado (Kj) diminui em média 50,7% entre a primeira e a quarta repetição. Já para outras duas formas de recuperação, a redução do trabalho total entre as repetições 1 e 4, foi igualmente de 54,1% ($p < 0,05$ em relação à recuperação ativa). Em conjunto com estes resultados, a quantidade total de O_2 utilizado entre a primeira e quarta repetição foi reduzida em 52%, 56% e 58% para os exercícios com recuperação ativa ($p < 0,05$ em relação às outras), alongamento e passiva, respectivamente. Tanto o déficit acumulado de O_2 (AOD), assim como as concentrações de lactato pico após a

quarta repetição, não apresentaram diferenças significantes entre os tipos de recuperação. Um dos fatores que ajudou a explicar a melhora do desempenho intermitente, assim como a maior contribuição aeróbia observada na sessão com recuperação ativa, foi a cinética acelerada de $\dot{V}O_2$ nas repetições subseqüentes à primeira.

[Berger](#) et al. (2006) verificaram que tanto o treinamento intervalado de alta intensidade (20x1 min. a 90% $\dot{V}O_2\text{max}$: 1 min. recuperação) quanto o treinamento contínuo (30 min. a 60% $\dot{V}O_2\text{max}$) realizado por 6 semanas (3 a 4 sessões/semana), aceleraram a cinética de O_2 em sujeitos não treinados, realizando exercício de intensidade moderada e severa. Alguns estudos têm demonstrado a importância da cinética de O_2 mais rápida (menor tempo de ajuste do O_2 na fase primária do aumento exponencial), para a performance de atletas ([HAGBERG](#) et al., 1980; [HUGHSON](#) et al., 2000), e corresponde a uma adaptação mais rápida do metabolismo aeróbio, levando a um menor déficit de O_2 , assim como menor acúmulo de lactato. De fato, [Caputo](#) et al. (2003) demonstraram em um estudo com delineamento transversal, que tanto corredores quanto ciclistas treinados, apresentam um valor de tau (tempo para atingir 63% da resposta total do $\dot{V}O_2$) aproximadamente 50% menor do que pessoas não-treinadas correndo ou pedalando, respectivamente. O mecanismo fisiológico responsável para a aceleração da cinética de O_2 com o treinamento, não está totalmente elucidado na literatura. Dentre os fatores possíveis relacionados a esta adaptação crônica estão: maior oferta de O_2 para os músculos ativos, uma distribuição mais homogênea de O_2 para as fibras dos músculos ativos e uma melhor regulação das enzimas metabólicas chaves das fibras ativas ([PHILLIPS](#) et al., 1995; [KRUSTUP](#) et al., 2004). De qualquer forma, esta aceleração da cinética inicial de O_2 (em exercício a 50% ou 100% $i\dot{V}O_2\text{max}$) em função do treinamento, parece existir apenas em indivíduos com baixo nível de aptidão aeróbia, mas não entre indivíduos moderadamente treinados ou atletas de elite, como foi demonstrado por [Figueira](#) et al. (2008).

Considerando que a cinética de O_2 pode influenciar nas respostas metabólicas de atletas durante uma sessão de treinamento intervalado, [Millet](#) et al. (2003a) testaram a hipótese de que atletas com diferentes velocidades de cinética de O_2 (tau) poderiam responder de forma diferente

em sessões intervaladas realizadas a 100 e 105% iVO_2max . Com este intuito, 7 triatletas bem treinados foram submetidos a um interessante modelo de estudo, que revelou uma associação importante para prescrição do treinamento. Após terem seus respectivos índices referentes à potência aeróbia obtidos em campo (iVO_2max , $Tlim$), os sujeitos realizaram duas sessões de treinamento intervalado (30s esforço: 30s passivo) com duas diferentes intensidades (100% iVO_2max e 105% iVO_2max). Cada uma das sessões foi constituída por 3 séries de n intervalos ($n \times 30s = Tlim$), individualizando assim o número de repetições para cada série. As séries foram separadas por 5 min de recuperação também passiva. O tempo de permanência acima de 90% VO_2max foi maior durante o intervalo realizado a 105% iVO_2max (338 ± 149 s), do que a 100% iVO_2max (167 ± 131 s). Igualmente a FC permaneceu por maior tempo na intensidade acima de 90% $FCmax$ na sessão mais intensa (844 ± 184 s) do que a 100% iVO_2max (430 ± 341 s). Uma interessante associação ($r = 0,91$; $p < 0,01$) foi encontrada entre o Δ Tempo (105% – 100%) $\geq 90\% VO_2max$, e a cinética de O_2 (τ). Esta importante correlação pode ser interpretada assim: quanto mais lenta a cinética dos atletas analisados, maior o aumento no tempo sustentado (acima de 90% VO_2max) quando aumentada a intensidade da série intervalada em 5% (de 100% iVO_2max para 105% iVO_2max).

Em outro interessante estudo, este mesmo grupo de pesquisadores (MILLET et al., 2003b) compararam três combinações de sessões intervaladas de corrida, a fim de verificar o tempo de permanência acima de 90 e 95% VO_2max e também da $FCmax$. As sessões intervaladas consistiam em: 30 s:30 s; 60 s:30 s e $\frac{1}{2} Tlim:\frac{1}{2} Tlim$, todas realizadas a 100 e 50% iVO_2max , respectivamente. Desta forma, os autores testaram a hipótese de que a individualização da duração das repetições pelo $Tlim$ (100% iVO_2max), poderia aumentar o tempo de permanência de exercício próximo ao VO_2max . Ao todo foram realizadas 3 séries de n repetições, sendo que a duração total de cada série ($n = Tlim:duração$ da repetição) foi equalizada pelo $Tlim$ de cada atleta. Em média o $Tlim$ encontrado foi de 236 ± 49 s. O primeiro achado importante deste estudo foi que o treino intervalado com repetições de 60 s (razão esforço:pausa 2:1), juntamente com o que utilizou metade do $Tlim$ (razão esforço:pausa 1:1), foram

os mais efetivos em estimular maior tempo de permanência em intensidade superior a 90 e 95% VO_2max . Segundo, foi encontrada uma alta correlação ($r=0,97$; $p<0,001$) entre o $Tlim$ e a diferença de tempo sustentado acima de 90% VO_2max , entre os intervalados $\frac{1}{2}Tlim:\frac{1}{2}Tlim$ e 30 s:30 s. Podemos interpretar este resultado da seguinte forma: quanto maior o $Tlim$ do atleta, maior é o benefício de utilizar os intervalados individualizados pelo $Tlim$, já que maior foi o ganho em tempo de permanência na intensidade proposta ($>90\% VO_2max$). Reforçando este resultado, foi observado também uma correlação negativa entre $Tlim$ e a porcentagem de tempo sustentado acima de 90% VO_2max no intervalo mais curto (30 s:30 s), mostrando que quanto maior é o $Tlim$, menor o efeito fisiológico do intervalo com menor duração.

Price e Halabai (2005) observaram que em sessões intervaladas com maior tempo de esforço (mantendo-se a duração total, relação esforço:recuperação e a intensidade), a performance supramáxima subsequente ao término da sessão tende a sofrer menor redução do que intervalos curtos. Para tal, os autores estudaram 3 diferentes combinações de durações de esforço:recuperação mantendo sempre a mesma relação de 1:1,5. Os autores manipularam os tempos de esforço:recuperação da seguinte forma: a) curto: 6 s: 9 s; b) médio 12 s: 18 s; c) longo 24 s: 36 s, de forma que a para todas as combinações a duração total foi de 40 min. Todas as três formas de sessões intervaladas foram realizadas na esteira em intensidade de 120% iVO_2max e a recuperação foi passiva. A FC ao final das três sessões, atingiu valores acima de 90% $FCmax$. Entretanto, os intervalados médio e longo, foram os que apresentaram maior estresse fisiológico (VO_2 , [Lac],) assim como maior utilização de carboidratos durante os 40 min, concluindo que o aumento da duração do esforço, mesmo que aumentando proporcionalmente a recuperação, solicita nosso sistema metabólico aeróbio de forma mais intensa. Neste mesmo estudo, foi realizada uma performance até a exaustão imediatamente após o término da sessão intervalada (total = 40 min). Embora as performances (distância percorrida e tempo de exaustão) não se apresentaram estatisticamente diferentes, existiu uma tendência em redução de ambas, com o aumento da duração do esforço:recuperação.

Aplicação e implicação dos resultados para a avaliação e a prescrição do exercício aeróbio máximo e supramáximo

Assim, a prescrição do treinamento aeróbio intervalado de alta intensidade deve considerar os seguintes aspectos: Tlim, relação esforço:pausa, duração das repetições e tipo de recuperação. As repetições mais curtas com recuperação passiva permitem maior intensidade e cinética de VO₂ mais rápida. Esta condição pode ser interessante principalmente para atletas que realizam provas em intensidade máxima ou supramáxima (duração entre 1 a 10 min). Já as repetições mais longas permitem um maior tempo de manutenção próximo ao VO₂max e, portanto, podem ser utilizados pelos atletas da condição anterior como também os de provas mais longas (durações entre 10 a 60 min), observando-se o período de treinamento (i.e., básico, específico e competitivo). Nas repetições mais longas, a recuperação ativa pode ser mais interessante, pois promove maior remoção de lactato sanguíneo e proporciona maior participação do metabolismo aeróbio nas repetições. Porém, não permite uma ressíntese significativa de PC, o que reduz a intensidade que pode ser mantida nas repetições.

Respostas fisiológicas na máxima fase estável de lactato (MLSS)

A MLSS tem sido considerada como o padrão-ouro de avaliação da capacidade aeróbia. Este índice fisiológico corresponde à maior intensidade de exercício na qual ocorre um equilíbrio entre a liberação e a remoção de lactato sanguíneo durante um exercício prolongado de carga constante (HECK et al., 1985; BENEKE; VON DUVILLARD, 1996). Ao exercitar-se na intensidade correspondente à MLSS, os indivíduos apresentam uma estabilidade na concentração de lactato sanguíneo ([Lac]) (variação menor do que 1 mM entre o 10^o e o 30^o min de exercício) (BENEKE, 2003). O nível de precisão da intensidade do treinamento é um dos principais aspectos que podem modificar as respostas de atletas bem treinados. Em função da ótima validade para a avaliação da capacidade aeróbia e da estreita relação com a performance aeróbia (BILLAT et al., 2003; BENEKE et al., 2003), este índice tem sido também recomendado para a prescrição do treinamento aeróbio (BENEKE et al., 1996; BILLAT et al.,

2003), particularmente de atletas de endurance. Além disto, esta intensidade tem sido considerada há mais de uma década como o demarcador do limite superior do domínio de intensidade pesado (WHIPP, 1994; GAESSER; POOLE, 1996), embora recentemente Barbosa et al. (2009) demonstraram que em ciclistas bem treinados, a MLSS não representa o limite superior deste domínio.

Estudos mais recentes têm determinado o Tlim associado à intensidade de MLSS, já que normalmente esta intensidade é determinada em testes de 30 min. Baron et al. (2008) encontraram valores médios do Tlim na MLSS de 55,0 ± 8,5 min para o exercício de ciclismo. Por outro lado, Fontana et al. (2009) encontraram valores menores de Tlim na MLSS tanto para o ciclismo (37,7 ± 8,9 min) como para a corrida (34,4 ± 5,4 min). Esta variação entre os estudos pode ser devido ao nível de treinamento dos atletas pesquisados em ambos estudos, já que Baron et al. (2008) analisaram 11 atletas bem-treinados, enquanto Fontana et al. (2009) utilizaram como amostra 15 voluntários moderadamente treinados.

De qualquer forma, a intensidade de MLSS tem sido utilizada como parâmetro de intensidade de treinamento tanto contínuo, como intervalado (WAKAIOSHI et al., 1993). Recentemente, alguns estudos têm verificado o comportamento do lactato sanguíneo quando a intensidade de MLSS é realizada de forma intermitente no ciclismo (BENEKE et al., 2003; BARBOSA et al., 2009) na corrida (PEREIRA et al. 2006) e também na natação (OLIVEIRA et al., 2008; GRECO et al., 2009). Um achado comum em todos estes estudos, é que a intensidade de MLSS (i.e. velocidade ou potência) é maior quando esta é determinada de forma intermitente. Entretanto, existe certa discordância entre os estudos realizados, em relação ao percentual em que a intensidade é aumentada, assim como as possíveis mudanças nos valores de [Lac].

Beneke et al. (2003) verificaram em um interessante modelo de estudo, que a MLSS é maior quando esta é determinada de forma intermitente. Neste estudo, os autores compararam os valores obtidos em um teste tradicional contínuo, com outros dois testes intermitentes, sendo que nestes eram realizadas interrupções de 30 ou 90 s a cada 5 min, respectivamente. A [Lac] foi significativamente

maior quando a intensidade da MLSS (contínua) foi realizada de forma contínua ($6,0 \pm 1,3$ mM) do que quando realizada de forma intermitente ($4,9 \pm 1,4$ mM e $4,5 \pm 1,1$ mM, respectivamente com 30 e 90 s de interrupções). Já quando os testes são determinados de forma intermitente, as [Lac] não se diferem significativamente da forma contínua. Entretanto, a carga em que ocorre a MLSS foi significativamente maior com 90 s de interrupção ($310 \pm 31W \sim 81,5\% \text{ VO}_2\text{max}$), do que com 30 s ($300 \pm 30W \sim 79,2\% \text{ VO}_2\text{max}$), e estas por sua vez foram maiores do que a obtida na forma contínua ($277 \pm 24W \sim 73,7\% \text{ VO}_2\text{max}$).

[Pereira](#) et al. (2006) também encontraram valores associados à MLSS de corrida significativamente maiores (+7,5%) quando determinado de forma intermitente (velocidade = $15,8 \pm 0,8$ km/h; [Lac] = $4,2 \pm 0,7$ mM) quando comparado de forma contínua (velocidade = $14,6 \pm 0,7$ km/h; [Lac] = $6,8 \pm 2,0$ mM). O modo intermitente foi determinado alternando 5 min de exercício por 1 min de recuperação passiva.

Na natação, é comum os técnicos utilizarem o teste de 30 min para estimar a MLSS e prescrever através desta intensidade séries de treinamento intervalado ([OLBRECHT](#) et al., 1985). Entretanto, como os resultados dos estudos de [Oliveira](#) (2008) e [Greco](#) et al. (2009), podemos observar uma mudança média de 3,5% na velocidade de nado associado à MLSS quando esta é realizada de forma intermitente simulando uma série de 12x200m (30 s recuperação), tanto para nadadores como para triatletas.

[Oliveira](#) et al. (2008) verificaram que na natação a velocidade de MLSS, também foi maior (+3,5%) quando determinada de forma intermitente na razão esforço:pausa de 150:30 s (razão esforço:pausa 5:1). Por outro lado, a [Lac] e a FC referentes à MLSS foram similares entre os dois modos de exercício. [Greco](#) et al. (2009) compararam o efeito da manipulação da recuperação na MLSS (intermitente) entre nadadores e triatletas, assumindo que os grupos têm níveis de treinamento e conseqüentemente de performance diferentes entre si. De fato, a velocidade de 400m (v400) foi superior nos nadadores ($1,38 \pm 0,05$ m/s) em relação aos triatletas ($1,26 \pm 0,06$ m/s), assim como o percentual em que a velocidade de MLSS representou da v400 tanto de forma contínua (89 vs. 86%) como de forma intermitente (91 vs. 89%). Já os valores de [Lac] e FC foram similares entre o modo contínuo e intermitente para ambos os grupos de atletas. No entanto, a

diferença percentual entre as duas velocidades foi estatisticamente similar entre os grupos (3%). Com isso, verificou-se que o exercício intervalado utilizado permite um aumento na intensidade do exercício correspondente à MLSS, sem modificação na [Lac], independente do nível de desempenho aeróbio.

Também recentemente, [Barbosa](#) et al. (2009) verificaram o efeito do tipo de recuperação (ativa vs. passiva) no comportamento da [Lac], da carga (W) e da FC em um protocolo de MLSS intermitente. Diferentemente dos demais estudos, neste modelo os autores utilizaram 8x4min de esforço por 2 min de recuperação, perfazendo assim uma relação esforço:pausa de 2:1. Na recuperação passiva, a intensidade da MLSS foi maior em 14% ($258 \pm \text{watts}$ vs. 294 ± 32 watts). Já na forma ativa (pedalando a $x 50\% \text{ iVO}_2\text{max}$) este valor foi 10% maior do que a contínua (273 ± 21 watts vs. 300 ± 23 watts, respectivamente). Entretanto, quando analisamos a relação destas cargas com a iVO_2max (obtida no teste incremental) observamos que no modelo de recuperação ativa a iMLSS apresentou um maior percentual (83%) do que no modelo de recuperação passiva (81%). O %FCmax obtido em ambos os protocolos com recuperação ativa e passiva, foram similares (respectivamente 91 e 90%), assim como a % VO_2max (respectivamente 87 e 85%). Como o aumento percentual da carga nas condições intermitentes em comparação com o contínuo (ativa=10% vs. passiva=14%) foi similar, a escolha do tipo de recuperação não teria repercussões sobre a prescrição do treinamento. Para o nosso conhecimento, não há estudos que compararam os efeitos sobre a performance e/ou MLSS e VO_2max , utilizando protocolos intermitentes com recuperação ativa ou passiva próximo à MLSS. De qualquer modo, a recuperação ativa proporciona maior gasto energético e maior participação aeróbia na sessão, o que em alguns objetivos (p.ex., programas de controle da massa corporal) pode ser interessante.

As possíveis diferenças entre os percentuais de aumento na carga da MLSS intermitente, nos achados do estudo de [Beneke](#) et al. (2003) e [Pereira](#) et al. (2006) comparados ao achados de [Barbosa](#) et al. (2009), parecem ser explicados pela duração do esforço, assim como pela relação esforço:pausa (Tabela 1). [Beneke](#) et al. (2003) já haviam mostrado que com o aumento da recuperação de 30 para 90 s e mantendo a mesma duração do esforço (diminuindo assim a razão esforço:pausa) a intensidade de MLSS intermitente aumenta percentualmente em relação à MLSS contínua (Tabela 1).

Tabela 1. Valores comparativos dos estudos que determinaram a MLSS de forma contínua e intermitente em diferentes modalidades esportivas.

MODALIDADE	MLSSi (%IMAX)	ESFORÇO:PAUSA	DIFERENÇA % MLSSc VS. MLSSi
CICLISMO			
Beneke et al. (2003)	79	10:1	8
	81	3,3:1	11
Barbosa et al. (2009)	81	P- 2:1	14
	84	A- 2:1	10
NATAÇÃO			
Oliveira et al (2008)	92	5:1	3,5
Greco et al. (2009)	N-91	5:1	N-2,4
	T- 88	5:1	T-2,7
CORRIDA			
Pereira et al. (2008)	NA	5:1	8

MLSSi, máxima fase estável de lactato intermitente; MLSSc, máxima fase estável de lactato contínua; NA, não avaliado; N, nadadores; T, triatletas

Assim, estes estudos demonstram que a manipulação do tempo de exercício juntamente com o tempo da pausa, implica em mudanças na intensidade relativa de uma serie intervalada, onde se queira estimular o limite do equilíbrio entre produção e remoção de lactato sanguíneo (i.e., MLSS). A magnitude desta mudança entre o modo contínuo e intermitente, parece ser dependente também do modo de exercício.

Aplicação e implicação dos resultados para a avaliação e a prescrição do exercício aeróbio submáximo

Os resultados apresentados anteriormente têm implicações importantes para o treinamento esportivo, já que parece existir uma dependência no modo como manipulamos a duração das repetições, assim como das recuperações, na manutenção da intensidade referente ao equilíbrio dinâmico entre produção e remoção de lactato sanguíneo pelo organismo. De um modo geral, podemos concluir que para um modelo de exercício intermitente na MLSS, quanto menor a duração do esforço e/ou maior a duração da recuperação em relação ao esforço, maior é o percentual em que a intensidade de MLSS ocorre (comparado ao modelo contínuo). No entanto, o tipo de recuperação (ativa vs. passiva) não parece modificar a o aumento da intensidade em relação ao modelo contínuo.

Assim, sugere-se aos treinadores, atenção ao utilizar a intensidade de MLSS obtida de forma contínua para prescrever a intensidade em sessões intervaladas. Da mesma forma, deve-se

ter cuidado quando determinamos a MLSS de forma intermitente (p.ex., quando se realiza interrupções no teste de esteira para coleta de sangue), para prescrever a intensidade de sessões contínuas.

Considerações finais

Assim, estes estudos trazem uma importante contribuição para técnicos e treinadores, afim de melhor compreender as respostas do treinamento intervalado realizado em intensidades submáxima, máxima e supra-máxima.

Em relação à duração e o número de repetições realizadas em uma sessão intervalada de alta intensidade, a individualização através do Tlim parece ser uma maneira apropriada de tornar as séries mais eficientes para manter por maior tempo o indivíduo se exercitando próximo ao VO_2max .

Devemos levar em consideração que, quando o objetivo de uma sessão de treino intervalado for manter uma intensidade relativa alta (igual ou acima de 100% iVO_2max) em repetições curtas (<60 s), devemos optar pela recuperação passiva entre as mesmas a fim de realizar uma maior intensidade durante a série. Por outro lado, nas recuperações entre as séries realizadas em alta intensidade, a recuperação ativa parece ser favorável, em função de acelerar a remoção de lactato sanguíneo e melhorar o desempenho de uma série ou uma performance subsequente. Para manter-se por mais tempo próximo ao VO_2max , as repetições mais longas, e portanto de menor intensidade, mas ainda de intensidade

máxima ou supramáxima, parecem ser mais interessantes, já que permitem um maior tempo de ajuste do VO₂. Nestas condições, a recuperação ativa pode ser mais interessante, pois promove maior remoção de lactato sanguíneo e proporciona maior participação do metabolismo aeróbio nas repetições.

Nas sessões de treinamento intervalado submáximo, onde a duração de cada repetição é relativamente alta (>150 s) e a intensidade próxima da MLSS, a relação entre a intensidade e a duração das repetições ainda permanece, ou seja, as durações mais longas (>300 s) permitem intensidades menores e as mais curtas (150-300 s) permitem intensidades maiores, com condições metabólicas similares (i.e., MLSS). No entanto, os dois tipos de recuperação podem ser utilizados, já que não modificam a intensidade que pode ser mantida nestas condições.

Referências

- ASTRAND, I.; ASTRAND, P.O.; CHRISTENSEN, E.H.; HEDMAN, R. Intermittent muscular work. **Acta Physiologica Scandinavica**, Estocolmo, v. 25, n.48, p. 448-53, 1960.
- BARBOSA, L.F.; DE SOUZA, M. R.; PELARIGO, J. G.; CARITÁ, R. A. C.; CAPUTO F.; DENADAI B. S.; GRECO C. C. Máxima fase estável de lactato sanguíneo e o limite superior do domínio pesado em ciclistas treinados. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.11, n.3, p.320-25, 2009.
- BARON, B.; NOAKES, T.D.; DEKERLE, J.; MOULLAN, F.; ROBIN, S.; MATRAN, R.; PELAYO, P. Why does exercise terminate at the maximal lactate steady state intensity? **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v.42, n.10, p.528-33, 2008.
- BENEKE, R.; VON DUVILLARD, S. P. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 28, p.241-46, 1996.
- BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state –implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 89, p. 95-9, 2003.
- BENEKE, R.; HUTLER, M.; VON DUVILLARD, S. P.; SELLENS, M.; LEITHAUSER, R. M.. Effect of Test Interruptions on Blood Lactate during Constant Workload Testing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 35, n. 9, p. 1626-30, 2003.
- BENTLEY, D.; ROELS, B.; HELLARD, P.; FAUQUET, C.; LIBICZ, S.; MILLET, G.P. Physiological responses during submaximal interval swimming training: effects of interval duration. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Sidney, v. 8, n. 4, p. 392-402, 2005.
- BERGER, N.J.A.; TOLFREY, K.; WILLIAMS, A.G.; JONES, A.M. Influence of continuous and interval training on oxygen uptake on-kinetics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.38, n. 3, p. 504-12, 2006.
- BILLAT, V. ; RENOUX, J.C. ; PINOTEAU, J. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO₂max and modelling of the timelimit/velocity relationship in elite long-distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 69, p. 271-3, 1994.
- BILLAT, V.; KORALSZTEIN, J.P. Significance of the velocity at VO₂max and its time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, Auckland, v. 22, p. 90-108, 1996.
- BILLAT V.; FLETCHER, B.; PETIT, B. Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.31, p. 156-63, 1999.
- BILLAT V.; SLAWINSKI, J.; BOCQUET, V. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen for a longer time than intense but submaximal runs. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v.81, p. 188-96, 2000.
- BILLAT V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part1: Aerobic interval training. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, p. 13-31, 2001a.
- BILLAT V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part 2: Anaerobic interval training. **Sports Medicine** Auckland, v. 31, p. 75-90, 2001b.
- BILLAT V, SIRVENT P, PY G, KORALSZTEIN JP & MERCIER J The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, p.407-26, 2003.
- BURGOMASTER, K.A.; HUGHES, S.C.; HEIGENHAUSER, G.I.F.; BRADWELL S.N.; GIBALA M.J. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.98, p. 1985-90, 2005.
- BURGOMASTER, K. A.; HOWARTH, K. R.; PHILLIPS, S. M.; RAKOBOWCHUK, M.; MACDONALD, M.J.; MCGEE, S. L.; GIBALA, M. J. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional

endurance training in humans **Journal of Physiology**, London, v. 586, n.1, p. 151-60 2008.

CAPUTO, F.; MELLO, M.T.; DENADAI, B.S. Oxygen Uptake Kinetics and Time to Exhaustion in Cycling and Running: a Comparison Between Trained and Untrained Subjects. **Archives of Physiology and Biochemistry**, Dublin, v. 111, n. 5, p. 461-66, 2003.

CRISTENSEN, E.H.; HEDMAN, R.; SALTIN, B. Intermittent and continuous running. **Acta Physiologica Scandinavica**, Estocolmo, v. 25, n.50, p. 269-76, 1960.

DANIELS, J.; SCARDINA, N. Interval training and performance. **Sports Medicine**, Auckland, n. 1, p. 327-34, 1984.

DORADO, C.; SANCHIS-MOYSI, J.; CALBET, J.A.L. Effects of recovery mode on performance, O₂ uptake, and O₂ deficit during high-intensity intermittent exercise. Canadian Journal of Applied Physiology, **Champaign**, v. 28, n.3, p. 227-44, 2004.

DUPONT, G.; MOALLA, W.; GUINHOYA, C.; AHMAIDI, A.; BERTHOIN, S. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 36, p.302-08, 2004.

ESSÉN, B.; KAIJSER, L. Regulation of glycolysis in intermittent exercise in man. **Journal of Physiology**, London, v. 281, p. 499-511, 1978.

FIGUEIRA, T.; CAPUTO, F.; MACHADO C.E.P.; DENADAI, B.S. Aerobic fitness level typical of elite athletes is not associated with even faster VO₂ kinetics during cycling exercise. **Journal of Sports Science and Medicine** v. 27, p.132-38, 2008.

FONTANA, P.; BOUTELLIER, U.; KNOPFLI-LENZIN, C. Time to exhaustion at maximal lactate steady state is similar for cycling and running in moderately trained subjects **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.107, n.2, p. 187-92, 2009.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. In: Holloszy JO (ed.) **Exercise and sport sciences reviews**. Williams & Wilkins, Baltimore, p. 35-70, 1996.

GRECO, C.C.; OLIVEIRA, M. F. M.; CAPUTO, F.; PELARIGO J. G.; DENADAI, B.S. Efeitos do desempenho aeróbio na máxima fase estável de lactato sanguíneo determinada em protocolo intermitente na natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Rio de Janeiro em análise, 2009.

HAGBERG, J. M.; MULLIN, J. P.; NAGLE, F. J. Effect of work intensity and duration on recovery

O₂. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 48, n.3, p. 540-44, 1980.

HUGHSON, R. L.; O'LEARY, D. D.; BETIK, A. C.; HEBESTREIT, H. Kinetics of oxygen uptake at the onset of exercise near or above peak oxygen uptake. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 88, p.1812-19, 2000.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 6, p.117-30, 1985.

KRUSTRUP, P.; HELLSTEN, Y.; BANGSBO, J. Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. **Journal of Physiology**, London, v. 559, p.335-45, 2004.

LAFFITE, L.P.; MILLE-HAMARD, L.; KORALSZTEIN, J.P.; BILLAT, V.L. The effects of interval training on oxygen pulse and performance in supra-threshold runs. **Archives of Physiology and Biochemistry** v.111, n.3, p. 202-10, 2003.

LAURSEN, P. B.; SHING, C. M.; PEAKE, J. M.; COOMBES, J. S.; JENKINS, D. G. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise** Indianapolis, v.34, n.11, p.1801-07, 2002.

LIBICZ, S.; ROELS, B.; MILLET, G.P. VO₂ responses to intermittent swimming sets at velocity associated with VO₂max. **Canadian Journal of Applied Physiology** v. 30, n.5, p.543-53, 2005.

MACDOUGALL, J. D.; HICKS, A. L.; MACDONALD, J.R.; MCKELVIE, R.S.; GREEN, H. J.; SMITH, K.M. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.84, n.6, p.2138-42, 1998.

MIDGLEY, A.W.; McNAUGHTON, L.R.; CARROLL, S. Physiological determinants of time to exhaustion during intermittent treadmill running at vVO₂max. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, p.273-80, 2007.

MILLET, G. P.; LIBICZ, E.S.; BORRANI, E.F.; FATTORI, P.; BIGNET F.; CANDAU, R. Effects of increased intensity of intermittent training in runners with differing VO₂ kinetics **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.90, p. 50-57, 2003a.

MILLET, G.P.; CANDAU, R.; FATTORI, P.; BIGNET F.; VARRAY, A. VO₂ responses to different intermittent runs at velocity associated with VO₂max. **Canadian Journal of Applied**

Physiology, Champaign, v. 28, n. 3, p. 410-23, 2003b.

OLBRECHT, J.; MADSEN, Ø.; MADER, A.; LOOSEN, H.; HOLLMANN, W. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 6, p. 74-7, 1985.

OLIVEIRA, M.F.M.; GRECO, C.C; CAPUTO, F.; DEKERLE, J.; DENADAI, B.S. Technical and physiological changes when swimming continuously vs. intermittently at and above maximal lactate steady state. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, in analysis.

PATON, C.L.; HOPKINS, W.G. Effects of High-intensity Training on Performance and Physiology of Endurance Athletes. **Sportscience**, Auckland, 8, 25-40, 2004

PEREIRA, L.; GUGLIELMO, L.G.A.; HIGINO, W.P. Efeito do tipo de protocolo (intermitente versus contínuo) sobre a máxima fase estável de lactato (MSSLAC) obtida durante a corrida na esteira. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 14, n. 4 (supl), p. S58, 2006.

PHILIPS, S.M.; GREEN, H.J.; MACDONALD, M.J.; HUGHSON, R.L. Progressive effect of endurance training on VO₂ kinetics at the onset of submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.79, p.1914-20, 1995.

PRICE, M.; HALABI, K. The effects of work – rest duration on intermittent exercise and subsequent performance **Journal of Sports Sciences**, Walsall, v. 23, n.8, 835-42, 2005.

SEPTO, N.K.; HAWLEY, J.A.; DENNIS, S.C.; HOPKINS, W.G. Effects of different interval training programs on cycling time-trial performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.31, p. 736-41, 1999

SMITH, T.P.; MCNAUGHTON, L.R.; MARSHALL, K.J. Effects of 4-wk training using V_{max}/T_{max} on VO₂max and performance in athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.31, p.892-96, 1999.

SMITH, T.O.; COOMBES, J.S.; GERAGHTY, D. P. Optimizing high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O₂ uptake and the time for which this can be maintained. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v.89, p. 337-43, 2003.

TABATA, I.; NISHIMURA, K.; KOUZAKI, M.; HIRAI, Y.; OGITA, F.; MIYACHI, M.; YAMAMOTO, K. Effects of moderate intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. **Medicine**

and Science in Sports and Exercise, Indianapolis, v.28, p.1327-30, 1996.

THEVENET, D.; LECLAIR, E.; TARDIEU-BERGER, M.; BERTHOIN, S.; REGUEME, S.; PRIOUX, J. Influence of recovery intensity on time spent at maximal oxygen uptake during an intermittent session in young, endurance-trained athletes. **Journal of Sports Science**, Walsall, v.26, n.12, v.1313-21, 2008.

TOUBEKIS, A.G.; DOUDA, H. T.; TOKMAKIDIS, S.P. Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v.93, p.694–700, 2005

TOUBEKIS, A.G.; PEYREBRUNE, M.C.; LAKOMY, H.K.; NEVILL, M.E. Effects of active and passive recovery on performance during repeated-sprint swimming **Journal of Sports Science**, Walsall, v.30, p.1-9, 2008.

WAKAIOSHI, K; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 66, p.90-5, 1993.

WHIPP, B.J. The slow component of O₂ uptake kinetics during heavy exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.26, p.1319-26, 1994.

Esse artigo foi apresentado em Sessão Temática no VI Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana e XII Simpósio Paulista de Educação Física, realizado pelo Departamento de Educação Física do IB/UNESP Rio Claro, SP de 30/4 a 03/5 de 2009.

Endereço:

Camila Coelho Greco
Depto. Educação Física IB/UNESP.
Av. 24 A, 1515 Bela Vista
Rio Claro SP Brasil
13506-900
e-mail: greco@rc.unesp.br

Recebido em: 10 de fevereiro de 2009.
Aceito em: 03 de abril de 2009.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)