

ARTIGO ORIGINAL (ORIGINAL PAPER)

SENSIBILIDADE DA VELOCIDADE CRÍTICA EM JOVENS NADADORES DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO

CRITICAL VELOCITY SENSIBILITY IN YOUNG SWIMMERS DURING A TRAINING MACROCYCLE

Juliano Magalhães Guedes¹, Américo Pierangeli Costa², Raphael José Soares Pereira³, Sandro Fernandes da Silva¹.

¹Núcleo de Estudos do Movimento Humano (NEMOH), Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

²Departamento de Administração, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Lavras, MG, Brasil.

³Departamento de Educação Física, Faculdade Presbiteriana Gammon, Lavras, MG, Brasil.

Autor Correspondente:

Juliano Magalhães Guedes.

Departamento de Educação Física

Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Endereço: Rua Nicolau Cherem, nº 70. Bairro: Centro.

Cep: 37200-000.

Lavras, MG, Brasil.

Contato: cel: (35) 8804-4105. Fixo: (35) 3821-7613.

E- mail: Juliano_mguedes@yahoo.com.br

Submitted for publication: Mar 2011

Accepted for publication: Jun 2011

RESUMO

GUEDES, M. J.; COSTA, A. P.; PEREIRA, R. J. S.; DA-SILVA, S. F. Sensibilidade da Velocidade Crítica em jovens nadadores durante um macrociclo de treinamento. *Brazilian Journal of Biomechanics*. v. 5, n. 3, p. 156-167, 2011. Vários estudos averiguam que a Velocidade Crítica (VCRIT) é um método indireto para estimar o Limiar Anaeróbio (Lan). Entretanto, a literatura é defasada ao mostrar o comportamento da VCRIT durante um período de treinamento. O objetivo desse estudo foi de avaliar a sensibilidade da VCRIT em jovens nadadores durante um macrociclo de treinamento. Posteriormente, verificamos se a VCRIT serviu como parâmetro de controle de treinamento. Foram avaliados 8 nadadores de nível estadual/nacional. Para cálculo da VCRIT, os atletas nadaram as distâncias de 100 e 200 metros no menor tempo possível. A VCRIT foi determinada através do coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os respectivos tempos. Para verificar se a VCRIT apresentou correlação com o Lan, foram realizados 3 esforços de 400 metros na intensidade correspondente ao tempo de Velocidade Crítica. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas significativas entre os 3 momentos de testes da VCRIT. Concluímos que apesar de não ter ocorrido uma diferença significativa entre os tempos de VCRIT, ao



comparar os testes iniciais com os testes finais, nós verificamos uma melhora de 2,5 segundos dos tempos de VCRIT.

Palavras Chaves: Velocidade Crítica, Nadadores, Treinamento.

ABSTRACT

GUEDES, M. J.; COSTA, A. P.; PEREIRA, R. J. S.; DA-SILVA, S. F. Critical velocity sensibility in young swimmers during a training macrocycle. *Brazilian Journal of Biomotricity*. v. 5, n. 3, p. 156-167, 2011. Several studies has been investigated the Critical Velocity (CV) is an indirect method to estimate the anaerobic threshold (AT). However, is lagged the literature to show the CV behavior during a training period. The aim of this study was to evaluate the sensitivity of CV in young swimmers during a training macrocycle. After it, we checked if the CV tests, could be used as a way to control training parameters. It were evaluated 8 swimmers at state / national level. To calculate the CV, the athletes swam distances of 100 and 200 meters in the possible shortest time. The CV was determined by the slope (b) of the linear regression line between the distances and the respective periods. To verify if the CV correlated with AT, it has been done three shots of 400 meters at the corresponding intensity to the time of Critical Velocity. The results showed no differences significant statistics among the three times of CV tests. We conclude that although there was no differences significant statistics among Critical Velocity time, when we compared the beginning tests with the final tests, we found a slope of 2.5 seconds in the CV time.

Key words : Critical Velocity, swimmers, training.

INTRODUÇÃO

Tanto para o esporte amador como para atletas profissionais que visam o alto rendimento, é necessário que seja feito durante o treinamento, um planejamento sistematizado de programas de exercícios para alcançar melhor os resultados e objetivos esperados.

Dentre os métodos utilizados como parâmetro de controle de treinamento e prescrição de exercícios, a identificação do Limiar Anaeróbio (Lan) é amplamente conhecido no meio esportivo. Na literatura atual das Ciências do Exercício, é de consenso que o Lan é um indicador de condicionamento físico em diversos grupos de indivíduos (CÓRDOVA et al., 2009).

De acordo com a definição de Pozzi et al. (2006), o Lan corresponde a intensidade de exercícios no qual o fornecimento de energia pelo metabolismo anaeróbio é superior em relação ao aeróbio, ocorrendo um aumento na concentração do lactato sanguíneo. Já Brooks (1985), define o Lan como sendo a intensidade de exercício que ainda pode ser sustentada, ocorrendo estado estável de lactato sanguíneo (MSSL).

Assim, diversos pesquisadores utilizam como método para determinar o Limiar Anaeróbio à concentração de lactato sanguíneo. Como nem sempre é possível a determinação do Lan a partir da resposta do lactato no sangue e conseqüentemente a velocidade correspondente a 4 mmol.l^{-1} , vários estudos têm procurado encontrar metodologias indiretas, que possam estimar o Lan. Com isso, surgiram diversos protocolos como métodos alternativo para estimar o Limiar Anaeróbio sem a utilização do lactato sanguíneo.

Na natação, o surgimento de novos protocolos de testes físicos e novas metodologias de treinamento ajudaram no aprimoramento do desempenho esportivo.

Olbrecht et al. (1985), trouxeram testes de esforço máximo com duração de trinta minutos (T_{30}) e 60 minutos (T_{60}), Touretsky (1994), trouxe o teste de 2000 metros (T_{2000}), e Wakayoshi et al. (1992a), trouxeram o termo de Velocidade Crítica (VCRIT).

Os autores que elaboraram o protocolo de VCRIT definiram o termo como sendo a mais alta intensidade de exercício que pode ser mantida por longo período de tempo sem

apresentar exaustão. Estes acreditam também que essa velocidade de nado corresponde ao máximo estado estável de lactato (MSSL). Ou seja, nessa intensidade os processos de produção e remoção de lactato ainda estariam em equilíbrio. Além disso, esta velocidade (m/s) pode ser interpretada como a mais alta intensidade de exercício que pode ser mantido com predominância da síntese aeróbia de ATP.

Especificamente para a natação, a Velocidade Crítica (VCRIT) pode ser obtida pela equação de regressão linear entre distâncias fixas e seus respectivos tempos, sendo a VCRIT correspondente ao coeficiente angular da reta obtida (WAKAYOSHI et al., 1992b).

A VCRIT apresenta alta correlação com o limiar anaeróbio, e tem sido comparada com o Lan identificado tanto pela concentração fixa de 4 mmol.l⁻¹ de lactato (POOLE et al., 1990), conforme metodologia descrita por Heck et al. (1985), Kokubun (1996), bem como a partir de técnicas considerando o comportamento individual da resposta do lactato (ASCENSÃO et al., 2001) e ventilação (MORTON e BILLAT, 2000).

Um estudo recente realizado por Altimari et al. (2010), com um grupo de 10 jovens nadadores de nível nacional, comparou a velocidade de Lan determinada pela concentração de lactato mínimo (LM) , limiar anaeróbio(Lan) com concentração fixa de 3,5 mmol.l⁻¹ e velocidade crítica (VCRIT) . Os achados desse estudo mostraram que não houve diferença significativa entre os 3 métodos de identificação do Lan.

Outro estudo feito por Wakayoshi et al. (1993), demonstrou que a VCRIT correspondeu efetivamente à MSSL em um grupo de 8 nadadores treinados (18 e 20 anos). Nesse estudo, a MSSL foi encontrada a partir da aplicação de um protocolo onde os indivíduos nadaram 1600 m (4 x 400 m) em intensidade constante (100% da VCRIT), apresentando na fase estável concentração de lactato sanguíneo de aproximadamente 3,2 mmol.l⁻¹. Similarmente, Kokubun (1996), encontrou MSSL em um grupo de 48 nadadores jovens que nadaram 2000 metros (5 x 400 m) na intensidade correspondente a VCRIT, com uma concentração de lactato sanguíneo média de 2,68 ± 1,05 mmol.l⁻¹ na fase estável. Todavia, Machado et al. (2009), mostraram que as distâncias de esforços entre 50 e 800 metros, possui grande influência sobre os valores de VCRIT e da carga de trabalho anaeróbio, podendo subestimar ou superestimar a velocidade de nado correspondente a máxima fase estável de lactato.

Segundo Kranenburg e Smith (1996), a VCRIT pode ser obtida através de uma regressão linear entre distâncias fixas e seus respectivos tempos, de acordo com a seguinte fórmula: $VCRIT (m/s) = (2^a \text{ distância} - 1^a \text{ distância}) / (2^o \text{ tempo} - 1^o \text{ tempo})$. Todavia, nesse estudo, a Velocidade Crítica foi calculada com base em uma derivação da fórmula de Kranenburg e Smith (1996). Fórmula: $VCRIT (m/s) = 2^o \text{ tempo} - 1^o \text{ tempo}$.

O gráfico abaixo exemplifica a determinação da VCRIT em um dos indivíduos do sexo masculino da respectiva amostra. Seu cálculo foi baseado na derivação da fórmula de 2 coordenadas de Kranenburg e Smith (1996).

Fórmula: $VCRIT (s) = 2^o \text{ tempo} - 1^o \text{ tempo}$.

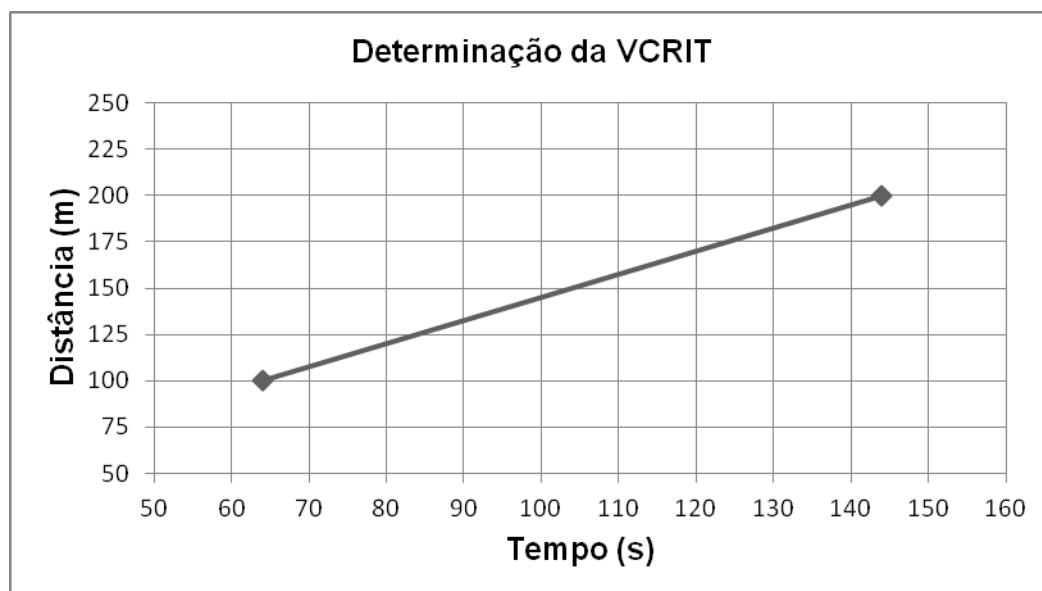


Gráfico 1 - Determinação da VCRIT, segundo derivação da fórmula de Kranenburg e Smith (1996), para um dos indivíduos da amostra do sexo masculino. VCRIT = 79 segundos.

Portanto, apesar da existência de dados que comprovem a validade da VCRIT e correlação com o Limiar Anaeróbio, ainda são necessários mais estudos que analisem a sensibilidade da VCRIT envolvendo atletas em diferentes fases e/ou tipo de treinamento, para que possamos utilizar esse método como parâmetro de controle de treinamento e prescrição de intensidade de exercício.

METODOLOGIA

Durante o segundo semestre de 2010, nos meses de Agosto a Outubro, foram treinados em uma das piscinas do Lavras Tênis Clube (LTC) 8 nadadores do sexo masculino, de nível estadual/ nacional. Suas características físicas eram: Idade média de $18,37 \pm 3,7$ anos, estatura de $177,01 \pm 8,21$ cm, massa corporal de $72,26 \pm 8,40$ Kg e gordura corporal de $12,36 \pm 1,84\%$. Os atletas estavam envolvidos em um programa de treinamento de cinco vezes por semana, e um volume médio semanal de 20.080 ± 2.600 metros. A experiência de treinamento dos atletas era de $8,25 \pm 2,76$ anos. Dos 8 nadadores avaliados, 5 tinham índices para participação em Campeonatos Brasileiros de categoria. Para participação do estudo, todos leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Itaúna, sob o protocolo de número 020/05.

Procedimentos:

- **Aquecimento e Treinamento** - Todos os testes foram realizados no período da tarde, horário de treino dos atletas, em uma piscina semi-olímpica (25 m) com temperatura média da água de 26°C . Os períodos de realização dos testes ocorreram em três etapas distintas. No início, meio e fim do macrociclo da temporada de treinamento. A primeira bateria de testes ocorreu na primeira semana do mês de Agosto (03 a 04/08), correspondendo à segunda semana de treinamento dos nadadores, após um recesso de 15 dias em julho. A segunda e a terceira etapa dos testes ocorreram no mês de Outubro, 05/10 a 07/10 a segunda etapa, e a terceira etapa do dia 27/10 a 29/10. Como critério de exclusão, foi determinado que os atletas que faltassem por mais de 3 dias de treinamentos no mês sem justificativa, estariam automaticamente eliminados da amostra.

- **Cálculo da VCRIT e dos 3 x 400** - Para verificar a sensibilidade da Velocidade Crítica ao treinamento, foram realizados esforços máximo de 100 metros e 200 metros no nado livre, nas 3 etapas da periodização do treinamento. A intensidade de nado durante o treinamento foi calculada com base em valores da Frequência Cardíaca Máxima (FCM) de acordo com a fórmula de Karvonen et al. (1957). A VCRIT foi calculada com base nos tempos de 100 metros e 200 metros que os nadadores fizeram no menor tempo possível.

O cálculo da VCRIT foi determinado através de uma derivação da fórmula (VCRIT (m/s) = $(2^{\text{a}} \text{ distância} - 1^{\text{a}} \text{ distância}) / (2^{\text{o}} \text{ tempo} - 1^{\text{o}} \text{ tempo})$ de Kranenburg et al. (1996). Fórmula: $2^{\text{o}} \text{ tempo} - 1^{\text{o}} \text{ tempo}$.

Na primeira semana (03 a 04/08) de realização dos testes, foi determinado 1 treinamento padrão de aquecimento/preparação para os testes. O treinamento consistia de: Aquecimento; 2 x 200 metros nadando em baixa intensidade (40% a 60% da FCM) a cada 4 minutos; 6 x 50 - 25 palmateio e 25 diminuindo o número de braçadas, a cada 1'30; 6 x 50 - 3 ciclos de braçadas fortes e 3 ciclos fracos, a cada 1'30; Um teste de 100 metros em esforço máximo; 4 x 100 metros em baixa intensidade (40% a 60% da FCM); 20 x 50 nadando em um esforço entre 70% a 80% da FCM a cada 1 minuto e 200 metros em baixa intensidade. Após um intervalo de 24 horas, o mesmo treinamento padrão era realizado. Entretanto, em vez do teste de esforço máximo de 100 metros, era realizado um esforço máximo de 200 metros.

Na segunda etapa (05/10 à 07/10), e terceira etapa (26/10 à 28/10), além do treinamento padrão e dos testes de 100 e 200 metros realizados nos dois primeiros dias, com um intervalo de 24 horas entre eles, foram realizados 3 esforços físicos de 400 metros e coletas de lactato no terceiro dia. Nessa data, realizou-se um treinamento diferente em que os nadadores fizeram 3 esforços físicos de 400 metros (ritmo de VCRIT). A velocidade de nado da Velocidade Crítica de 400 metros (V400) foi determinada: Tempo da VCRIT de 100 metros (200 metros - 100 metros) multiplicado por 4 + 10% da V400. O treinamento consistia de: 1 x 400 nadando (40% a 60% da FCM) para aquecimento; 4 x 50 metros educativo a cada 1'30; 6 x 50 (Ritmo de VCRIT); 3 x 400 (ritmo de VCRIT) com 1 minuto de intervalo entre os esforços de 400 metros, e 200 metros em baixa intensidade (40% a 60% do máximo).

- **Coleta Sanguínea e Determinação do Lan** - Um minuto ao término do 3º esforço físico de 400 metros, foram coletados 25 µl de sangue no lóbulo inferior da orelha. Para análise de lactato sanguíneo após desprezar a primeira gora de sangue, utilizou-se o método de fotometria de reflexão através do lactímetro portátil da marca modelo Accusport Accutrend® Plus (Boehringer-Mannheim, Alemanha), e tiras reagentes enzimáticas BM-Lactate (Roche®). Para cálculo do Lan estimou-se uma reta de regressão linear relacionando o Lac e a velocidade média correspondente a 4 mmol.l⁻¹ de lactato.

- **Análise Estatística** - A análise estatística foi descritiva com comparação de médias e desvio padrão. Para verificar a distribuição da amostra foi utilizado o teste de Shapiro Wilk. Para identificar as diferenças entre as variáveis estudadas, VCRIT e V400, foi adotado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Na correlação entre as variáveis foi empregado o teste de Spearman. Para comprovação estatística foi adotado um $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Os achados desse estudo mostraram que houve uma queda de 2,5 segundos no tempo de VCRIT da primeira etapa em relação à terceira etapa. A V400 da segunda para terceira etapa teve uma diminuição de apenas 1,75 segundos. O lactato aumentou em mais de 2



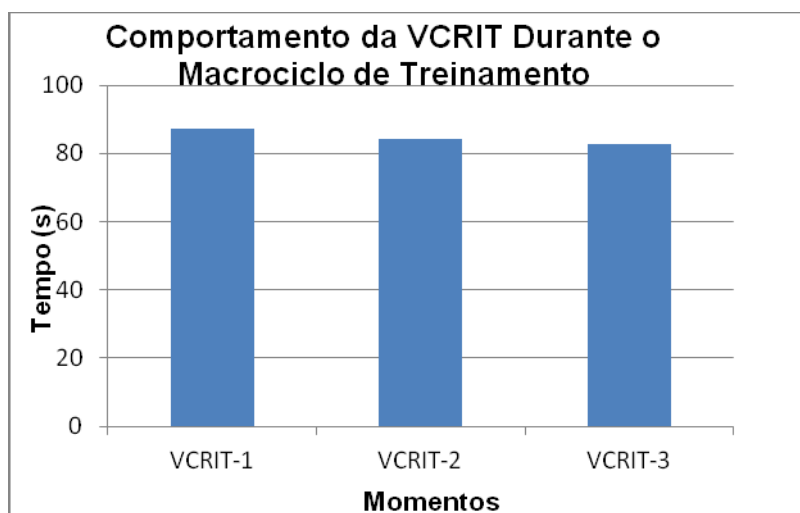
mmol.l⁻¹ da segunda para terceira etapa dos testes.

Na tabela abaixo, demonstramos o tempo médio da VCRIT e da V400 em segundos, nos 3 momentos avaliados. Início, meio e fim do macrociclo de treinamento.

Tabela 1- Tempo de VCRIT em segundos dos atletas e Lactato em mmol.l⁻¹

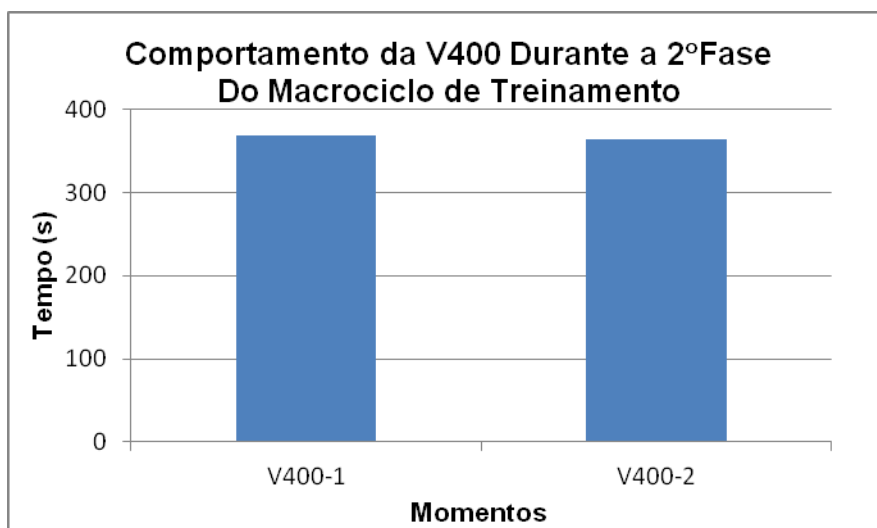
Étapas	N	VCRIT (S)	V400	Lactato (mmol. l ⁻¹)
1º	8	85,25 ± 12,31	XXXXX	XXXXX
2º	8	83,12 ± 10,72	365,62 ±45,97	2,98
3º	8	82,75 ± 9,35	363,87 ±41,05	5,60

Gráfico 2 - Abaixo demonstramos o comportamento da VCRIT nas 3 etapas distintas do treinamento. O gráfico demonstra que não houve uma diferença estatística significativa no tempo de VCRIT nos 3 momentos avaliados.



♦ P ≤ 0,05.

Gráfico 3 - Abaixo demonstramos a diferença de Velocidade da V400 entre o meio(V400-1) e fim (V400-2) da Temporada de Treinamento. Houve uma queda de 1,75 segundos entre a V400-1 e a V400-2. A diferença estatística entre os dois momentos também não foi significativa.



◆ $P \leq 0,05$.

DISCUSSÃO

Comparando a VCRIT no início do macrociclo de treinamento, com a VCRIT no meio e final do treinamento, verificamos que a diferença dos tempos não foi significativa. E ainda, não houve diferença estatística significativa entre os 3 momentos avaliados. Na V400 não identificamos diferença significativa entre a 2ª e 3ª avaliação, que foram os 2 momentos avaliados.

Uma limitação que devemos ressaltar nesse estudo, foi à dificuldade dos atletas no controle da velocidade determinada para realizar o protocolo. Muitos atletas, fizeram as séries de 400 metros com alguns segundos abaixo do tempo estimado pelo cálculo da V400.

O tempo de intervalo de 24 horas entre os testes de 100 metros e 200 metros de VCRIT e os 3 x 400 foi suficiente para repor as reservas de glicogênio muscular (MCARDLE et al., 2008).

A grande vantagem da identificação da Velocidade Crítica, em relação a outros métodos de identificação do Limiar Anaeróbio para prescrição do treinamento, como através do lactato sanguíneo, consiste em ser um método específico e individualizado, além de ser de fácil aplicação, pois provém de fórmulas matemáticas e também é um método prático, não invasivo e sem grande gastos (VILAS BOAS e LAMARES, 1997).

Hill et al. (1995), afirma que, como preditor do desempenho aeróbio, a VCRIT parece não sofrer influência do nível de condicionamento e da idade cronológica. Ou seja, é permitida a avaliação em qualquer fase do treinamento e em qualquer grupo etário, pois não existem classificações e critérios preestabelecidos para a realização do teste.

Estudos de Neiva et al. (2011), mostraram que a VCRIT calculada com as distâncias de 15, 25, 37,5 e 50 metros, pode ser utilizada como método de controle e parâmetro de treinamento anaeróbio em nadadores.

Ainda, estudos de Bishop et al. (1998), mostrou que as distâncias entre 2 a 20 minutos para cálculo da VCRIT se enquadram em uma intensidade que representa uma alta taxa do metabolismo aeróbio e anaeróbio. Com base nesses estudos utilizamos as distâncias entre 100, 200 e 400 metros para cálculos de velocidade crítica.

O treinamento que os nadadores seguiram por 13 semanas foi responsável pela melhora

do tempo de VCRIT. A escolha das datas para realização dos testes nas 3 etapas da periodização dos treinos seguiram o seguinte critério: A primeira avaliação de testes de VCRIT ocorreu na segunda semana de retorno ao treinamento. Isso porque os atletas encontravam-se teoricamente com os níveis de condicionamento mais baixos. A segunda avaliação ocorreu na décima semana de treinamento, logo após um campeonato realizado semana anterior. Tal data foi escolhida para “aproveitar” a soltura dos atletas pós-competição. Ou seja, tentamos realizar o segundo teste em um momento em que os nadadores encontravam-se descansados e com um alto nível de desempenho. A terceira etapa dos testes ocorreu na décima terceira semana de treinamento, logo após a competição alvo dos atletas no semestre. Nessa respectiva data, esperava-se que os nadadores encontravam-se no auge de seu desempenho e condicionamento físico. Sendo assim, os testes de 100, 200 e 400 metros seriam em hipótese, o mais fiel possível para verificar os melhores tempos que os atletas seriam capazes de fazer ao final da temporada. Por isso, os testes de VCRIT foram feitos em 3 etapas distintas, em que os nadadores encontravam-se teoricamente com níveis de performance diferentes.

Um estudo conduzido por Hue et al. (2007), com 3 grupos de nadadores treinando em climas diferentes (tropical, altitude e neutro) por 8 dias, demonstrou que o grupo treinado em clima tropical apresentou melhoras significativas na performance em relação aos outros dois grupos, após 30 dias de retorno ao clima neutro. Nesse estudo, o treinamento diferenciado por clima em apenas 8 dias, foi suficiente para causar diferentes alterações na performance entre os grupos de atletas. Em nosso estudo, todo o macrociclo de treinamento (13 semanas) ocorreu em clima tropical de altitude. Apesar da melhora da VCRIT ao longo da temporada não ser “matematicamente significativa”, ao comparar a média dos tempos da VCRIT entre início (85,25 segundos) e fim (82,75 segundos) do programa de treinamento, verificamos que houve uma melhora de 2,5 segundos do tempo da VCRIT ao longo da temporada. Em esportes como na natação, sabemos que uma melhora de 2,5 segundos no tempo de um atleta pode ser bastante significativa. Ainda mais em provas de velocidade como nos 100 metros e 200 metros. Tal diferença de tempo pode definir o campeão do último colocado.

Wakayoshi et al. (1993), Hill et al. (1995) e Kokubun (1996) afirmam que a VCRIT pode ser melhorada com exercícios predominantemente aeróbio, independente da faixa etária e da fase do treinamento e que a Velocidade Crítica tem sido proposta como um bom índice para a avaliação da performance aeróbia e predição do Lan na natação em diferentes populações tais como, atletas, crianças e adolescentes.

Achados realizados por Barden e Kell (2009), mostraram que em um teste progressivo de 8 séries de 100 metros (65% a 100%), existiu uma razão inversa entre os parâmetros frequência e comprimento de braçadas de nadadores acima do ritmo de Velocidade Crítica, encontrada no 4º estágio do teste (80% do máximo). Em nosso estudo, não foi averiguado se houve diferenças entre tais parâmetros durante as 3 baterias de testes do macrociclo.

Com relação aos 3 x 400 metros, os atletas deveriam nadar no ritmo da V400. Esse ritmo teoricamente corresponderia ao limiar de lactato dos atletas. Como predizia Heck et al. (1985), a concentração de lactato estável pode ser mantida até 4 mmol.l^{-1} . As 3 séries de 400 serviram para verificar essa teoria. Os nadadores conseguiram manter um ritmo constante durante todo o teste. Entretanto, a grande dificuldade que a maioria dos atletas relatou, foi tentar manter um ritmo constante o mais próximo possível do tempo da V400. Os mesmos, apesar de manter um ritmo de nado constante, em geral a velocidade de nado estava abaixo do tempo da V400.

Um estudo feito por Da Silva et al. (2010), com nadadores mirins, mostrou que a

velocidade de nado correspondente ao Lan determinado com a concentração de lactato sanguíneo, foi maior que a velocidade de nado determinado pela VCRIT e pelo teste de 30 minutos. Os resultados desse estudo de Da Silva et al. (2010), apresentaram diferenças significativas entre as 3 velocidades e não houve correlação entre a VCRIT e o teste de lactato.

Denadai et al. (1997), em testes feito com nadadores entre 13 a 15 anos, comparou a VCRIT e a velocidade de Limiar Anaeróbio de 4 mmol.l⁻¹ de lactato. Os resultados apresentaram uma alta correlação entre os métodos de avaliação. Entretanto, a velocidade de nado determinado pela concentração de lactato superestimou a VCRIT.

Além do mais, não encontramos diferenças significativas entre os tempos de V400. O lactato médio correspondente a V400 no primeiro teste, foi de 2,98 mmol.L⁻¹ e DP de 0,51. No segundo teste, o lactato encontrado foi de 5,6 mmol.L⁻¹ e o DP de 2,36. Com relação ao tempo médio da V400-1 foi de 365,62 segundos, e o tempo da V400-2 foi de 363,87.

Um estudo feito por De Melo et al. (2005), com seis nadadores do sexo masculino, idade média de 15 anos, comparando a Velocidade Crítica e a velocidade correspondente ao Lan de 4 mmol.l⁻¹, mostrou que a VCRIT aproximou-se mais da intensidade de MSSL que foi bem próxima do valor fixo de 2,5 mmol.l⁻¹, do que a velocidade do Lan. Os mecanismos que determinam as respostas do lactato durante o exercício podem não ser exatamente os mesmos que determinam a VCRIT, podendo existir diferentes comportamentos nestes índices em função do treinamento físico, efeito dos níveis de glicogênio muscular (depleção), motivação interindividual durante os testes, nível de condicionamento dos atletas, etc.

Os valores de lactato encontrados nos testes devem ser analisados com restrições, em função da variabilidade interindividual relativamente grande e também do número reduzido (n = 8) de participantes.

Ainda, esses protocolos que utilizam a VCRIT ao serem aplicados em nadadores mais novos e/ou menos experientes, podem ter sua validade diminuída, em função da motivação e da própria experiência em testes mais longos, podendo comprometer os valores obtidos.

CONCLUSÃO

A sensibilidade da VCRIT ao final do macrociclo de treinamento com os nadadores, não apresentou diferenças significativas ao longo dos testes realizados na temporada de treinamento. Todavia, uma melhora de 2.5 segundos do tempo de VCRIT de 100 metros e 200 metros pode ser muito significativo na performance de um atleta.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

A VCRIT calculada com base nas distâncias de 100 e 200 metros na natação parece ser mais uma ferramenta útil para controle de parâmetros de treinamento e avaliações fisiológicas ao longo de um macrociclo de treinamento.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ALTIMARI, J. M.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T.; PEREIRA, L. A.; CARNEIRO, J. G.; CYRINO, E. S.; ALTIRARI, L. R. Lactate minimum, Anaerobic Threshold and Critical Swimming Speed in Boys. *Brazilian Journal of Sports and Exercise*, v. 1, n. 1, p. 25-30, 2010.

ASCENSÃO, A. A.; SANTOS, P.; MAGALHÃES, J.; OLIVEIRA, J.; MAIA, J.; SOARES, J. Concentrações sanguíneas de lactato (CSL) durante uma carga constante a uma intensidade correspondente ao limiar aeróbio-anaeróbio em jovens atletas. *Revista Paulista de Educação Física*, v. 15, p. 186-194, 2001.

BALDARI, C.; GUIDETTI, L. A simple method for individual anaerobic threshold as a predictor of max lactate steady state. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 32, p. 1798-1802, 2000.

BARDEN, J. M.; KELL, R. T. Relationships between stroke parameters and critical swimming speed in a sprint interval training set. *Journal of Sports Sciences*, v. 27, p. 227-235, 2009.

BISHOP, D.; JENKINS, D. G.; HOWARD, A. The critical power is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. *International Journal Sports Medicine*, v. 19, p. 125-129, 1998.

BROOKS, G. Anaerobic Thresholds. Review of the concept and directions for future research. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 17, p. 22-31, 1985.

CARDOSO, A. T.; MOTTA, T. H.; JESUS, R. O.; MATTOS, P. R. O.; DA SILVA, S. F. Verificação da correlação entre velocidades para determinar a velocidade crítica em testes de campo. *Lectures Educacion Fisica y Deportes*, v. 14, p. s/p, 2010.

COLANTONIO, E.; MOLIN, M. A. P. D. Análise das velocidades: referencial de 4mM, de equilíbrio de 30 minutos e velocidade crítica em nadadoras adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 13, p. 387-392, 2007.

CORDOVA, C.; SILVA, V. C.; MORAES, C. F.; SIMÕES, H. G.; NOBREGA, O. T. Acute exercise performed close to the anaerobic threshold improves cognitive performance in elderly females. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 42, p. 458-64, 2009.

DEMINICE, R.; PAPOTI, M.; ZAGATTO, A. M.; PRADO JUNIOR, M. V. Validade do teste de 30 minutos (T-30) na determinação da capacidade aeróbia, parâmetros de braçada e performance aeróbia de nadadores treinados. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 13, p. 195-199, 2007.

DA SILVA, S. F.; ALMEIDA, V. B. Comparação de 3 testes para determinar a velocidade de limiar em nadadores mirim I e II. *Lectures Educacion Fisica y Deprotes*, v.14, p.141, 2010.

DA SILVA, S. F.; DE ASSIS, A. H. M.; ROCHA, C. C. D.; DE PAZ, J. A. Comparação de método invasivo e não invasivo para determinação da velocidade crítica em nadadores. *Revista de Educação Física*, v. 136, p. 28-35, 2007.

DE MELO, J. C.; ALTIMARI, L. R.; MACHADO, M. V.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T.; TYRINO, E. S. Velocidade crítica, limiar anaeróbio e intensidade de nado na máxima fase estável de lactato sanguíneo em nadadores juvenis. *Lectures Educacion Fisica y Deportes*, v.10, p. s/p, 2005.

DENADAI, B. S.; GRECO, C. C.; DONEGA, M. R. Comparação entre a Velocidade de

- Limiar Anaeróbico e a Velocidade Crítica em Nadadores com a idade de 10 a 15 anos. *Revista paulista de Educação Física*, v. 11, p. 128-133, 1997.
- DENADAI, B. S.; ORTIZ, M. J.; STELLA, S.; MELLO, M. T. Validade da velocidade crítica para a determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbico em corredores de endurance. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v. 3, p. 16-23, 2003.
- DI PAMPERO, P. E.; DEKERLE, J.; CAPELLI, C.; ZAMPARO, P. The critical velocity in swimming. *European Journal of Applied Physiology*, v. 102, p. 165-171, 2008.
- GRECO, C. C.; DENADAI, B. S.; PELLEGRINOTTI, I. L.; FREITAS, A. B.; GOMIDE, E. Limiar anaeróbico e velocidade crítica determinada com diferentes distâncias em nadadores de 10 a 15 anos: relações com a performance e a resposta do lactato sanguíneo em testes de endurance. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 9, p. 2-8, 2003.
- HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *International Journal Sports Medicine*, v. 6, p. 117-130, 1985.
- HILL, D. W.; STEWARD, R. P. J. R.; LANE, C. J. Application of the critical power concept to young swimmers. *Pediatric Exercise Science*, v. 7, p. 281-93, 1995.
- HUE, O.; ANTOINE-JONVILLE, S.; SARA, F. The effect of 8 days of training in tropical environment on performance in neutral climate in swimmers. *International Journal Sports Medicine*, v. 28, p. 48-52, 2007.
- KARVONEN, J. J.; KENTALA, E.; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate: a "longitudinal" study. *Annales Medicinæ Experimentalis et Biologiae Fenniae*, v. 35, p. 307-15, 1957.
- KRANENBURG, K.; SMITH, D. Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 28, p. 614-618, 1996.
- MACHADO, M. V.; JUNIOR, O. A.; BATISTA, A. R.; TRIANA, R. O.; MARQUES, A. C.; ALTIMARI, L. R.; JUNIR, D. M. A influência de diferentes distâncias da Determinação da Velocidade Crítica em Nadadores. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 11, p. 190-194, 2009.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício: Energia Nutrição e Desempenho Humano*, 6ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- MACINTOSHI, B. R.; ESAU, S.; AND SVEDALH, K. The lactate minimum test for cycling: Estimation of the maximal lactate steady state. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 27, p. 232-249, 2002.
- MELO, J. C.; ALTIMARI, L. R.; MACHADO, M. V.; CHACON- MIKAHIL. M. P. T.; CYRINO, E. S. Velocidade crítica, limiar anaeróbico e intensidade de nado na máxima fase estável de lactato sanguíneo em nadadores juvenis. *Lectures Educacion Fisica y Deportes*, v. 10, p. 89, 2005.
- MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*, v. 8, p. 329-38, 1965.
- MORTON, R. H.; BILLAT, V. Maximal endurance time at VO_2 max. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 32, p. 1496-1504, 2000.
- NAKAMURA, F. Y.; GANCEDO, M. R.; SILVA, L. A.; LIMA, J. R. P.; KOKUBUN, E.

Utilização do esforço percebido na determinação da velocidade crítica em corrida aquática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 11, p. 6-10, 2005.

NEIVA, H. P.; FERNANDES, R. J.; VILAS-BOAS, J. P. Anaerobic Critical Velocity in Four Swimming Techniques. *International Journal Sports Medicine*, v. 32, p. 195-198, 2011.

SAAVEDRA, J. M.; ESCALANTE, Y.; RODRÍGUEZ, F. A. A Evolução da Natação. *Lectures Educacion Fisica y Deportes*, v. 9, p. s/p, 2003.

OLBRECHT, J.; MADSEN, O.; MADER, A.; LIESEN, 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. 74-77, 1985.

POOLE, D. C.; WARD, S. A.; WHIPP, B. J. The effects of training on the metabolic and respiratory profile of highintensity cycle ergometer exercise. *European Journal of Applied Physiology*, v. 59, p. 421-429, 1990.

POZZI, L. G.; MELO, R. C.; QUITÉRIO, R. J.; MILAN, L. A.; DINIZ, C. A. R.; DIAS, T. C. M.; OLIVEIRA, L.; SILVA, E.; CATAI, A. M. Determinação do limiar de anaerobiose de idosos saudáveis: comparação entre diferentes métodos. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 10, n. 3, p. 333-338, 2006.

TOURETSKI, G. Japan official swimming coach clinic. *Japapanese Amature swimming federation*, [S.l.] p. 93-139, 1994.

VASCONCELOS, I. Q. A.; MASCARENHAS, L. P. G.; ULBRICH, A. Z.; NETO, A. S.; BOZZA, R.; CAMPOS, W. A Velocidade Crítica Como Preditor de Desempenho Aeróbio em Crianças. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 9, n. 1, p. 44-49, 2007.

VILAS-BOAS, J. P.; LAMARES, J. P.; FERNANDES, R.; DUARTE, J. A. Avaliação do nadador e definição de objetivos através de critérios não invasivos de simples implementação. *Horizonte*, v. 80, p. 22-30, 1997.

WAKAYOSHI, K.; ILKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *European Journal of Applied Physiology*, v. 64, p. 153-157, 1992a.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady-state? *European Journal of Applied Physiology*, v. 66, p. 90-95, 1993.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; KASAI, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *International Journal Sports Medicine*, v. 13, p. 367-71, 1992b.