

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

MARCUS VINICIUS MACHADO

**EFEITO DE DOZE SEMANAS DE
TREINAMENTO SOBRE A
VELOCIDADE CRÍTICA E O
LIMIAR ANAERÓBIO EM
NADADORES**

Campinas
2009

MARCUS VINICIUS MACHADO

**EFEITO DE DOZE SEMANAS DE
TREINAMENTO SOBRE A
VELOCIDADE CRÍTICA E O
LIMIAR ANAERÓBIO EM
NADADORES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Orival Andries Júnior

Campinas
2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA
BIBLIOTECA FEF - UNICAMP**

M18e	<p>Machado, Marcus Vinicius. Efeito de doze semanas de treinamento sobre a velocidade crítica e o limiar anaeróbio em nadadores / Marcus Vinicius Machado. -- Campinas, SP: [144p], 2009.</p> <p>Orientador: Orival Andries Júnior. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.</p> <p>1. Natação. 2. Treinamento. 3. Velocidade crítica. 4. Limiar anaeróbio. I. Andries Júnior, Orival. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.</p>
------	---

Título em inglês: Effect of twelve weeks of training on the critical velocity and anaerobic threshold in swimmers.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Swimming; Training; Critical velocity; Anaerobic threshold.

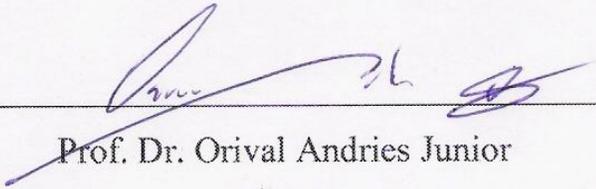
Banca Examinadora: Emilson Colantonio; Mara Patricia Traina Chacon-Mikahil; Orival Andries Júnior.

Data da defesa: 11/02/2009.

MARCUS VINICIUS MACHADO

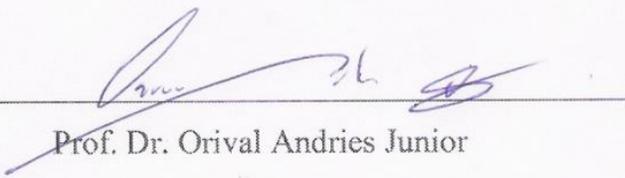
**EFEITO DE DOZE SEMANAS DE
TREINAMENTO SOBRE A VELOCIDADE
CRÍTICA E O LIMAR ANAERÓBIO EM
NADADORES**

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Marcus Vinicius Machado e aprovada pela Comissão julgadora em: 11 / 02 / 2009.



Prof. Dr. Orival Andries Junior
Orientador

Campinas
2009

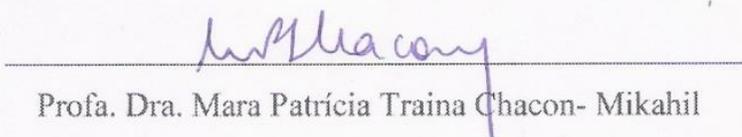
COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Orival Andries Junior

Orientador



Prof. Dr. Emilson Colantonio



Profa. Dra. Mara Patrícia Traina Chacon- Mikahil

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Otavio Machado (in memoriam) e Mitiko Yamaguchi Machado, pelo amor incondicional e pelas batalhas travadas para que hoje este sonho fosse alcançado. Dedico também a minha esposa Aline Bomfim Vieira que esteve presente durante todas as fases deste trabalho, sempre demonstrando muita paciência e companheirismo.

Agradecimentos

Este momento de grande alegria representa uma conquista alcançada através da persistência, mas também só possível devido à presença de diversas pessoas que compartilharam o seu conhecimento em diferentes fases deste processo.

Primeiramente agradeço a Deus, que me deu força para buscar meus sonhos e superar todos os obstáculos do caminho.

Agradeço a minha esposa Aline Bomfim Vieira, grande incentivadora e companheira de todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Orival Andries Júnior, por acreditar em meu potencial e possibilitar a realização desta jornada.

Aos amigos Leandro Altimari e Juliana Altimari que ofereceram muito mais do que eu poderia sonhar em retribuir.

Aos amigos e companheiros de mestrado Alexandre Batista e Alessandro Custódio, que proporcionaram momentos de grande reflexão e engrandecimento acadêmico.

Agradeço também aos técnicos do Marina Barra Clube, Daniel Wolokita e José Eduardo Pereira, profissionais do mais alto gabarito e que tiveram um papel fundamental na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Emilson Colantonio, pela atenção e receptividade dada ao projeto.

Aos Profs. Drs. Alexandre Moreira, Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil e Miguel de Arruda pela participação nesta banca.

À Universidade Estadual de Campinas, pelo investimento em minha formação.

E finalmente aos diversos amigos que estiveram presentes em algum momento deste processo, Ricardo Triana, Alexandre Okano, Eduardo Fontes e Ezequiel Moreira.

MACHADO, Marcus Vinicius. **Efeito de doze semanas de treinamento sobre a velocidade crítica e o limiar anaeróbio em nadadores**. 2009.121f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram: a) avaliar o efeito de 12 semanas de treinamento sobre a velocidade crítica (VC) e o limiar anaeróbio (LAn) em nadadores; b) verificar a correlação da VC com o máximo estado estável do lactato (MEEL) de nadadores adolescentes de elite; c) verificar a influência da utilização de diferentes combinações de distâncias sobre os valores da VC e CTAn (capacidade de trabalho anaeróbio) em nadadores. Participaram do estudo 33 nadadores com idades entre 13 a 21 anos. A VC foi determinada através do coeficiente angular da reta de regressão linear entre a distância e o tempo obtido em cinco tiros máximos (50, 100, 200, 400 e 800m). Para a determinação do LAn foram realizadas três séries de quatro repetições de 400m (3 x 4 x 400m) a 98, 100 e 102% da VC, com pausa de 45 s entre os tiros e intervalo de 48 hs entre as séries. Foram coletados 25 µl de sangue da ponta dos dedos durante o repouso e ao final de cada tiro. O LAn foi definido como a mais alta intensidade de nado na qual ocorra um platô no lactato sanguíneo. Os testes para a determinação da VC e do LAn foram repetidos após 12 semanas de treinamento. Para a comparação da VC entre os momentos utilizou-se o teste de *Wilcoxon*. O teste *t* de *Student* foi utilizado na comparação entre os tiros máximos nos dois momentos. A correlação linear de *Pearson* foi empregada na comparação entre a VC e o MEEL. A ANOVA *one-way* foi utilizada para comparar a concentração de lactato sanguíneo nos tiros de 400m nas três intensidades (98, 100 e 102%) e na comparação entre as diferentes combinações de tiros e o *Post Hoc* de *Tukey* quando $P < 0,05$. A VC obtida no momento pós doze semanas de treinamento foi significativamente maior quando comparada com o momento pré ($1,45 \pm 0,10$ vs $1,41 \pm 0,11$ m/s⁻¹). No entanto, não foram observadas diferenças significativas no LAn entre os momentos pré e pós ($1,41 \pm 0,10$ vs $1,43 \pm 0,10$ m/s⁻¹). Observou-se também uma diminuição na concentração média de lactato entre os momentos. A VC superestimou o MEEL dos nadadores jovens ($1,32 \pm 0,06$ vs $1,29 \pm 0,05$), sendo que o MEEL foi observado na intensidade de 98% da VC no grupo analisado. Observou-se também que nas diferentes combinações de tiros, as distâncias menores (50, 100 e 200m) proporcionaram maiores valores da VC ($1,47 \pm 0,13$), causando com isso uma diminuição na CTAn ($11,91 \pm 2,61$). A utilização de tiros de média e longa distância proporcionou valores mais baixos para a VC ($1,38 \pm 0,10$, $1,34 \pm 0,09$ e $1,36 \pm 0,09$) quando comparados com os tiros curtos, respectivamente para 100, 200 e 400m; 200, 400 e 800m; 50, 100, 200, 400 e 800m. Através dos resultados obtidos, conclui-se que: a) 12 semanas de treinamento foram suficientes para promover um aumento na VC. O mesmo comportamento não foi observado com o MEEL, entretanto, a diminuição da concentração média de lactato no momento pós-experimental demonstrou uma adaptação ao treinamento e a maior eficiência do sistema aeróbio; b) a VC pode não corresponder ao MEEL em nadadores adolescentes de elite. Entretanto, a alta correlação encontrada entre os métodos sugerem a utilização da VC de forma fidedigna na prescrição e monitoramento do treinamento desses atletas; c) a distância dos tiros possui grande influência sobre os valores da VC e da CTAn, podendo com isso superestimar ou subestimar a velocidade correspondente à máxima fase estável do lactato.

Palavras-Chaves: velocidade crítica; limiar anaeróbio; desempenho desportivo; natação.

MACHADO, Marcus Vinicius. **Effect of twelve weeks of training on the critical velocity and anaerobic threshold in swimmers.** 2009. 121f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

ABSTRACT

The objectives of this study were: a) verify the effect of 12 weeks of training on the critical velocity (CV) and anaerobic threshold (AT) in swimmers; b) verify the correlation between CV and maximal lactate steady state (MLSS) in teenagers elite swimmers; c) the influence of using different combinations of distances on the values of CV and anaerobic work capacity (AWC) in swimmers. Study participants were thirty-three swimmers aged 13 to 21 years. The CV was determined by the slope of the linear regression between the distance and time in five maximum shots (50, 100, 200, 400 and 800m). To determine the AT subjects were submitted to three sets with four repetitions of 400 meters (3 x 4 x 400m) at 98, 100 and 102% of CV, with break of 45 seconds between shots and 48-hour interval between series. We collected 25 μ l of blood from fingertips during rest and at the end of each shot. The AT was defined as the highest intensity of swimming in which a plateau appears in blood lactate curve. The tests for determining the CV and AT were repeated after 12 weeks of training. For comparison between CV and the distinct moments Wilcoxon test was used. With Student t test we compare the maximum shots in two periods. The linear Pearson correlation was used in the comparison between the CV and MLSS. The one-way ANOVA compared the concentration of lactate in the firing of 400m for three intensities (98, 100 and 102%) and the different combinations of shots with the Post Hoc Tukey when $P < 0.05$. The CV obtained at the time after twelve weeks of training was significantly higher when compared with the previous moment (1.45 ± 0.10 vs. 1.41 ± 0.11 m/s-1, $P < 0.05$). However, no significant differences were seen in AT between the moment before and after (1.41 ± 0.10 vs. 1.43 ± 0.10 m/s-1, respectively). There was also a decrease in the average concentration of lactate between times. The CV overestimated the MLSS of young swimmers (1.32 ± 0.06 vs. 1.29 ± 0.05 respectively), while MLSS was observed in the intensity of 98% of CV in the group analyzed. It was also observed that on different combinations of fire, the shorter distances (50, 100 and 200m) provided higher values of VC (1.47 ± 0.13), which caused a decrease in AWC ($11.91 \pm 2, 61$). The use of medium and long distance fires lead to lower values for CV (1.38 ± 0.10 , 1.34 ± 0.09 and 1.36 ± 0.09) when compared with the short shots, respectively, for 100, 200 and 400 meters; 200, 400 and 800meters; 50, 100, 200, 400 and 800m. With the results obtained, it is concluded that: a) 12 weeks of training was sufficient to promote an increase in CV. However, although it has not promoted a significant increase in AT between times, the decrease in average concentration of lactate at post-trial demonstrated greater efficiency for the aerobic capacity, promoting a lower wear of athletes during the tests; b) CV does not correspond to the MLSS in adolescents of elite swimmers. However, the high correlation found between the methods suggest the use of CV in a reliable manner in prescribing and monitoring training of these athletes, c) Shot distance has great influence on the values of CV and AWC, and could underestimate or overestimate the speed corresponding to the maximum steady state of lactate.

Keywords: critical velocity; anaerobic threshold; performance sports, swimming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Exemplo do cálculo da velocidade crítica (VC) e capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) por meio de regressão linear de um nadador.....	30
Figura 2 -	Progressão da distância nadada semanalmente durante o período de 12 semanas.....	42
Figura 3 -	Delineamento do teste de 3 x 4 x 400m realizado para determinação do máximo estado estável do lactato.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características gerais (valores de média e desvio padrão) do grupo de nadadores selecionados.....	38
-------------------	---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

VC	Velocidade crítica
PC	Potência crítica
CTAn	Capacidade de trabalho anaeróbio
LAe	Limiar aeróbio
LAn	Limiar anaeróbio
LL	Limiar de lactato
MEEL	Máximo estado estável do lactato
$\dot{V}O_{2max}$	Consumo máximo de oxigênio
MC	Massa corporal
DC	Dobras cutâneas
TR	Dobra cutânea tricipital
AB	Dobra cutânea abdominal
SB	Dobra cutânea subescapular
BI	Dobra cutânea bicipital
AM	Dobra cutânea axilar-média
PM	Dobra cutânea perna medial
CX	Dobra cutânea da coxa
SE	Dobra cutânea subescapular
SI	Dobra cutânea supra-ílica
FEF	Faculdade de educação física
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 OBJETIVOS	27
2.1 Objetivo geral	27
2.2 Objetivos específicos.....	27
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
3.1 Potência Crítica e capacidade de trabalho anaeróbio.....	29
3.2 Determinação da velocidade crítica.....	30
3.2.1 Número de cargas empregadas.....	31
3.2.2 Duração das cargas.....	32
3.2.3 Intervalo entre as cargas.....	33
3.3 A potência crítica e os domínios de intensidade.....	33
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	37
4.1 Seleção da amostra.....	37
4.2 Aspectos éticos.....	38
4.3 Procedimentos adotados para as coletas.....	39
4.4 Antropometria.....	39
4.5 Avaliação maturacional.....	40
4.6 Treinamento da natação.....	41
4.7 Determinação da velocidade crítica.....	42
4.8 Determinação do máximo estado estável do lactato.....	43
4.9 Bioquímica sanguínea.....	44
5.0 Tratamento estatístico.....	44
6 RESULTADOS.....	47
6.1 Artigo original 1.....	49
6.2 Artigo original 2.....	73
6.3 Artigo original 3.....	95
7 CONCLUSÕES GERAIS.....	115

Referências gerais.....	117
APÊNDICES.....	133
ANEXOS.....	141

1 Introdução

Na atualidade, é bem aceito que a intensidade de exercício é o fator decisivo para determinar o grau de adaptação do treinamento aeróbio (VOBEJDA et al, 2005). O limiar anaeróbio (LAn) é comumente utilizado para descrever métodos de treinamento aeróbio e ajustar a intensidade do treinamento, superando inclusive o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) (BISHOP, 2004).

O termo LAn foi originalmente proposto por Wasserman & McIlroy em 1964. Segundo os autores, o LAn corresponde ao ponto no qual a concentração de bicarbonato no sangue arterial diminui e a concentração de lactato aumenta. Desde então, o tema tem sido foco de intensa pesquisa e debate científico (URHAUSEN et al, 1993) e seu uso difundido em modalidades esportivas como corrida, natação, ciclismo e canoagem (TOUSSAINT et al, 1998; BRICKLEY et al, 2002; DEKERLE et al, 2003; SCHEUERMANN & BARSTOW, 2003; GRECO & DENADAI, 2005; NAKAMURA et al, 2006; MACHADO et al, 2007).

Em 1979, Kinderman et al. introduziram o termo “transição aeróbia-anaeróbia”, após verificarem a existência de dois limiares. O primeiro ponto de transição foi identificado como limiar aeróbio (LAe), refletindo a intensidade de exercício correspondente ao início do acúmulo do lactato sanguíneo. O segundo ponto de transição foi denominado de LAn e representa a intensidade de exercício que corresponde ao ponto de máximo estado estável de lactato no sangue (MEEL) (HECK; MADER, 1985). Para Kinderman et al (1979) o LAe corresponde ao limiar ventilatório 1 (LV1) proposto por Wasserman & McIlroy (1964) e o segundo ponto de transição é considerado o ponto de compensação respiratória, ou limiar ventilatório 2 (LV2) (McLELLAN, 1985).

Apesar das inúmeras pesquisas e da sua comprovada eficácia como um mecanismo de avaliação aeróbia, a determinação deste índice requer grande investimento em equipamentos, além de também ser indispensável à participação de pessoas especializadas. Neste sentido, é crescente a utilização de métodos não invasivos que permitam a identificação do MEEL durante o exercício de cargas incrementais.

A Potência Crítica (PC) é um conceito teórico que pressupõe a existência de uma relação linear entre o trabalho total realizado (W_{lim}) e seu correspondente tempo de exaustão (t_{lim}) (MONOD & SCHERRER, 1965). Além de ser de fácil aplicação, a PC pode ser realizada com grande número de atletas e durante as sessões de treinamento (KOKUBUN, 1996). Além disso, o método não é invasivo, o que facilita a sua aplicação periódica e em grupos especiais como crianças (GRECO & DENADAI, 2005).

No início da década de 90, a metodologia da PC foi aplicada na natação, sendo proposto o termo velocidade crítica (VC) para indicar a velocidade de nado que teoricamente poderia ser mantida por um longo período de tempo sem exaustão (WAKAYOSHI et al, 1992a). A partir de então, vários estudos procuraram relacionar a VC com diferentes variáveis aeróbias, e observaram alta correlação entre esse parâmetro e o limiar anaeróbio (WAKAYOSHI et al, 1992b), e com diferentes marcadores de fadiga (Limiar de fadiga eletromiográfico, limiar ventilatório, $\dot{V}O_{2max}$ e frequência cardíaca) (LE CHEVALIER et al, 2000).

Por ser um indicador da aptidão aeróbia, acredita-se que a VC seja influenciada por sessões de treinamento com característica aeróbia. Este comportamento tem sido apresentado por diversos estudos que apontaram melhorias na PC após períodos de treinamento de três a oito semanas, todos realizados em cicloergômetro (GAESSER & WILSON, 1988; POOLE et al, 1990; JENKINS & QUIGLEY, 1992). Entretanto, não se tem conhecimento de estudos semelhantes envolvendo nadadores. Outro aspecto fundamental é que apesar da alta correlação

encontrada entre a VC e o LAn, diversos estudos ainda apontam para resultados controversos (MARTIN & WHYTE, 2000; DENADAI et al, 2000; MELO et al, 2003; DEKERLE et al).

Estudos realizados em cicloergômetro demonstraram que a PC superestima a potência que pode ser mantida por uma hora de exercício em aproximadamente 17%. Também superestimam as taxas metabólicas associadas com a máxima fase estável do lactato e as respostas ácido-básicas em ciclistas (McLELLAN & CHEUNG, 1992; BULL et al, 2000; SMITH & JONES, 2001; BRICKEY et al, 2002; DEKERLE et al, 2003). Em corredores de provas de 10 km a VC superestimou entre 5 e 10% a velocidade que poderia ser mantida para a distância sem exaustão (HUGHSON et al, 1984), assim como não correspondeu à velocidade de limiar de lactato em triatletas (MARTIN & WHYTE, 2000) e em nadadores de 10-12 anos (DENADAI et al, 2000).

Recentemente, Dekerle et al (2003), publicaram um estudo onde a PC não representou o máximo estado estável do lactato em exercício realizado no cicloergômetro, superestimando a taxa de trabalho (W), a máxima potência aeróbia (%) e o $\dot{V}O_{2max}$ (%) (278 ± 22 vs 239 ± 21 ; $82,8 \pm 7,5$ vs $71,1 \pm 4,0$; $85,4 \pm 4,8$ vs $74,3 \pm 4,0$) respectivamente.

Dentre as hipóteses levantadas acerca dos fatores que poderiam influenciar na determinação da VC, alguns estudos destacam a escolha das cargas empregadas na sua predição (GRECO et al, 2003) e o intervalo entre elas (HOUSH et al., 1990; JENKINS & QUIGLEY, 1990; BISHOP et al, 1998; CALIS et al, 2000).

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

- O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de doze semanas de treinamento na natação sobre os parâmetros da velocidade crítica e sobre o limiar anaeróbio em atletas de natação de um clube da cidade do Rio de Janeiro.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a correlação da velocidade crítica com o máximo estado estável do lactato de nadadores adolescentes de elite.
- Verificar a influência da utilização de diferentes combinações de distâncias sobre os valores da VC e CTAn em nadadores.

3 Referencial teórico

3.1 Potência Crítica e Capacidade de Trabalho Anaeróbio

O modelo proposto por Monod & Scherrer em 1965 foi utilizado para avaliar o trabalho muscular local. Para isso avaliou-se grupos musculares sinergistas, durante atividades mono-articulares. Através deste modelo, os autores consideraram que um limiar de exaustão local é atingido quando o músculo não pode manter a taxa imposta originalmente. A quantidade de trabalho efetuado até a exaustão durante estes testes foi chamada de trabalho máximo ou trabalho limite e a duração do teste de tempo máximo ou tempo limite. A relação entre a potência gerada e o tempo de exaustão durante o exercício em grupos musculares isolados possui característica hiperbólica, entretanto, essa função poderia ser linearizada em uma relação entre o trabalho gerado e o tempo de exaustão.

A PC sugere que o intercepto (a) da equação $W_{lim} = a + bt_{lim}$ representa a energia contida no componente fosfato de alta energia, sendo chamada de “capacidade de trabalho anaeróbio” (CTAn). O coeficiente de regressão (b) foi então denominado de PC e é interpretada como a taxa de energia suprida, cuja magnitude determina a potência máxima de trabalho do músculo sem fadiga (MORTON, 2006).

O conceito foi estendido para a avaliação de grandes grupos musculares em 1981, sendo observada alta correlação entre a PC e o limiar ventilatório (MORITANI et al, 1981). Na natação, habitualmente tem sido utilizado o modelo distância-tempo (WAKAYOSHI et al, 1992; OVEREND et al., 1992; KOKUBUN, 1996), obtido através da equação:

$$\text{Distância} = \text{CTAn} + \text{VC} \times \text{tempo}$$

O coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os tempos obtidos em cada repetição representa a VC (WAKAYOSHI et al, 1992a, WAKAYOSHI et al, 1992b). O coeficiente linear (prolongamento da reta até o ponto em que toca o eixo y) representa a CTAn (PAPOTI et al, 2005; Di PRAMPERO et al, 2008) (Figura 1).

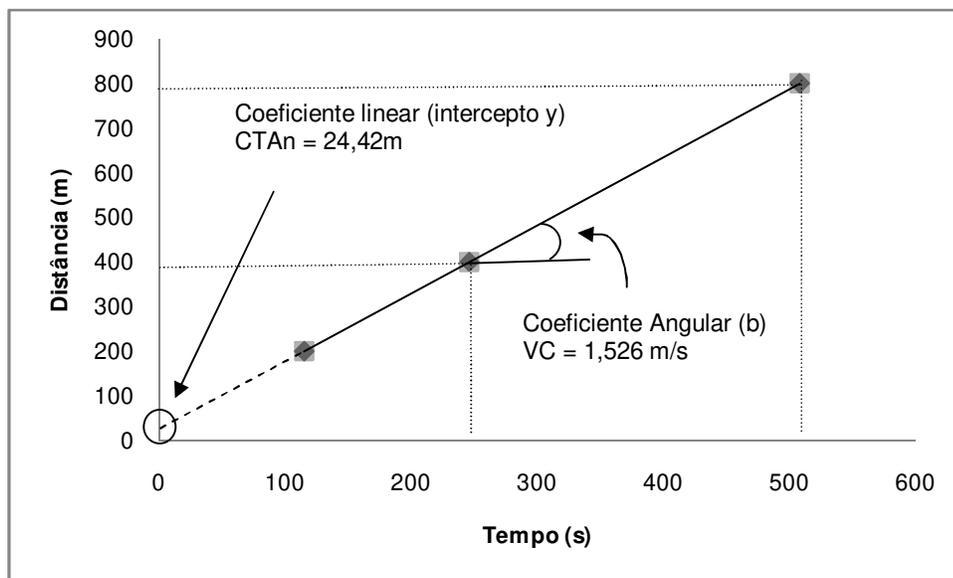


Figura 1. Exemplo do cálculo da velocidade crítica (VC) e capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) por meio de regressão linear em um nadador. O coeficiente angular (b) representa o valor da VC em metros por segundo (m/s). O prolongamento da reta de regressão linear até o ponto em que toca o eixo y representa a CTAn em metros (m).

3.2 Determinação da Velocidade Crítica (VC)

A VC é uma construção teórica derivada através de uma série de cargas máximas até a exaustão. Contudo, diversos fatores podem influenciar os resultados obtidos

através dos modelos da VC e PC com destaque para três fatores: o número de cargas empregadas; a duração das cargas; o intervalo entre as cargas.

3.2.1 Número de cargas empregadas

Para o modelo linear distância-tempo, é necessária a realização de pelo menos duas cargas máximas. Contudo, a utilização de uma quantidade maior de repetições pode reduzir os erros associados com parâmetros de estimativa (HILL, 1993).

Wakayoshi et al (1992) demonstraram em estudo realizado com nadadores de alto nível competitivo que a utilização de seis distâncias (50, 100, 200, 400, 800 e 1500m) para a determinação da VC era altamente correlacionada com o MEEL nestes atletas. Posteriormente, esses mesmos autores também encontraram alta correlação entre a VC determinada através de somente duas cargas (200 e 400 metros) e o MEEL, tendo um erro padrão de estimativa menor que 2,5% (WAKAYOSHI et al, 1993).

Em seu estudo, Kokubun (1996) avaliando 48 nadadores utilizou-se de três distâncias (100, 200 e 400m) para determinar a VC. Os seus principais achados indicaram alta correlação entre a VC e o LAn ($r = 0,890$), sendo a VC considerada um excelente estimador da capacidade aeróbia dos nadadores.

Martin & Whyte (2000), através de diversas combinações de distâncias que variaram de dois a cinco pontos, afirmam que a VC pode ser calculada a partir de quaisquer dois pontos de distâncias. Contudo, a VC não correspondeu à velocidade de limiar anaeróbio (VLAn), superestimando o seu valor no grupo estudado.

3.2.2 Duração das cargas

As cargas preditivas devem permitir um tempo de exaustão (t_{lim}) de pelo menos três minutos, sendo que a duração não deve ultrapassar 35 minutos, para que fatores como hidratação, dieta, termorregulação e motivação não exerçam interferência na predição da PC (MONOD & SCHERRER, 1965; BISHOP et al, 1998).

Em estudo realizado em ergômetro de braço com indivíduos não-atletas a PC foi considerada protocolo dependente, de forma que de quatro cargas preditivas realizadas, a combinação das três mais intensas era significativamente superior ($190 \pm 23,2W$) quando comparada com a combinação de todas as cargas ($184,2 \pm 25,4W$) ou das três menores ($177,5 \pm 29,5W$) (CALIS & DENADAI, 2000). Diversos estudos realizados com nadadores também encontraram correlações entre a VC e o limiar anaeróbio quando pelo menos um tiro de média ou longa duração estava presente nas cargas preditivas (400, 800 ou 1500m) (WAKAYOSHI et al, 1992a; KOKUBUN, 1996; TOUSSAINT et al, 1998).

Toubekis et al (2006) comparando os resultados obtidos através de diferentes combinações de tiros para a determinação da VC com o limiar de 4 mmol.l^{-1} (V4) e o limiar de lactato (LL), concluíram que a VC obtida através da combinação de dois tiros curtos (50 e 100 m) superestima os valores da V4 e LL ($1,178 \pm 0,138$ vs $1,106 \pm 0,112$ e $1,079 \pm 0,114 \text{ m/s}^{-1}$), respectivamente. Contudo, a inclusão do tiro de 400 m, independente da quantidade de pontos utilizados, diminuiu o valor da VC ($1,08 \text{ m/s}^{-1}$) fazendo com que esta se aproximasse do valor de LL.

3.2.3 Intervalo entre as cargas

O intervalo entre as cargas preditivas também pode interferir na determinação da PC. Estudos demonstraram a necessidade da utilização de um intervalo mínimo de 30 minutos entre as cargas preditivas (HOUSH et al, 1990). Entretanto a utilização de intervalos entre 12 a 24 horas pode promover uma recuperação mais adequada (JENKINS & QUIGLEY, 1990).

Com o intuito de verificar a influência do intervalo entre as cargas sobre o valor da VC em nadadores, Machado et al (2007a) conduziram um estudo onde 25 nadadores realizaram cinco repetições máximas (50, 100, 200, 400 e 800m) em dois intervalos distintos (30 minutos e 24 horas), não sendo encontradas diferenças significativas no valor da VC ($1,34 \pm 0,10$ vs $1,33 \pm 0,10$ respectivamente). Entretanto, a capacidade de trabalho anaeróbio foi significativamente menor na seqüência utilizando o intervalo de 30 minutos ($15,67 \pm 4,46$ vs $18,83 \pm 3,92$ respectivamente).

3.3 A Potência Crítica e os domínios de intensidade

Whipp e Ward (1990) identificaram um número de domínios de exercícios baseados nas respostas respiratórias e metabólicas durante o exercício. Posteriormente, Gaesser & Poole (1996), determinaram a existência de três domínios de intensidade que podem ser discriminados levando-se em conta o comportamento da cinética do lactato sanguíneo e do $\dot{V}O_2$.

As respostas fisiológicas nestes três domínios são muito específicas e conseqüentemente promovem diferentes adaptações ao treinamento (GRECO et al, 2008).

No primeiro domínio, conhecido como moderado, o exercício é realizado abaixo do limiar de lactato. O consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) aumenta de modo exponencial, atingindo um estado de equilíbrio após 2 a 3 minutos. Neste domínio, o lactato sanguíneo pode aumentar transitoriamente como resultado de um déficit inicial de oxigênio, retornando mais tarde aos níveis de equilíbrio (WHIPP & WARD, 1990).

O segundo domínio é chamado de pesado e se caracteriza por intensidade de exercícios na qual existe um balanço entre a produção e remoção de lactato. A PC aumenta exponencialmente para atingir um estado de equilíbrio atrasado, que pode ser maior que o valor esperado e o lactato sanguíneo poderá se elevar acima dos valores de repouso, mas não irá aumentar ao longo do tempo (WHIPP & WARD, 1990; GAESSER & POOLE, 1996).

No terceiro domínio, denominado de severo não há estabilização do $\dot{V}O_2$ e tampouco do lactato. Ambos aumentam exponencialmente até que ocorra a exaustão, e neste caso o $\dot{V}O_2$ atinge seu valor máximo (GAESSER & POOLE, 1996).

O LAn tem demonstrado convincentemente a demarcação dos domínios de intensidade pesado para o severo. Ao mesmo tempo, a PC tem sido sugerida por demarcar a transição do domínio de exercício pesado para o severo (BARSTOW et al, 1993). Dekerle et al (2008) completa que a PC representa a mais alta intensidade que é sustentável para uma duração prolongada sem atingir o $\dot{V}O_{2max}$, isto é, o limite inferior para o domínio do exercício severo.

Exercícios realizados em intensidades abaixo ou na PC possuem respostas fisiológicas marcadamente distintas daquelas observadas em intensidades acima da PC, como as observadas no domínio severo (NAKAMURA et al, 2008).

Bull et al (2008), em estudo realizado com dez sujeitos, observaram que a VC estimada através de cinco modelos, se situa dentro do domínio pesado do exercício, onde um componente lento do $\dot{V}O_2$ está presente.

A utilização da PC tem se mostrado útil para avaliar a tolerância ao esforço nos diferentes domínios de intensidade, para a prescrição de treinamento e para predizer o desempenho (BRICKLEY et al, 2002; DEKERLE et al, 2008). Muitas vezes é também utilizada na estimativa dos limites superiores e inferiores deste domínio de exercício (GRECO et al, 2008).

4 Procedimentos metodológicos

4.1. Seleção da amostra

Foram selecionados 33 indivíduos praticantes de natação, na faixa etária entre 13 e 21 anos, de ambos os sexos. Como pré-requisitos para inclusão no experimento foram considerados, o período mínimo de quatro anos de prática na modalidade e estar treinando regularmente seis vezes por semana.

Os atletas foram divididos nos três experimentos abordados. Foram incluídos em cada experimento aqueles atletas que representassem a elite da modalidade a nível nacional em suas categorias.

No primeiro estudo que objetivou verificar o efeito de doze semanas de treinamento sobre a velocidade crítica e o limiar anaeróbio em nadadores, participaram 10 atletas, oito homens e duas mulheres. Todos os nadadores foram classificados entre as quatro primeiras colocações no Campeonato Estadual Carioca entre os anos de 2006 e 2007 em diferentes provas. Desses, três conquistaram a primeira colocação no Campeonato Brasileiro Absoluto nas provas de 50, 200 e 800 metros nado livre, um foi vice-campeão na prova de 800 metros nado livre e outro obteve a quinta colocação nos 100 metros nado costas entre os anos de 2006 e 2007.

O segundo estudo que abordou a correlação entre a VC e o MEEL em nadadores com idades entre 13 a 15 anos participaram 12 atletas, sendo seis meninos e seis meninas. Os nadadores deste estudo foram classificados entre as quatro primeiras colocações no Campeonato Estadual Carioca entre os anos de 2006 e 2007 em diferentes provas. Duas nadadoras conquistaram a primeira colocação no Campeonato Brasileiro Infantil e Juvenil em

2008 nas provas de 200 metros medley e 200 metros nado livre, e outra ficou com a terceira colocação na prova de 200 metros nado livre. Dois nadadores foram recordistas no Campeonato Estadual Carioca na categoria infantil nas provas de 100 metros nado costas, 100 e 200 metros nado livre.

O terceiro experimento que objetivou verificar a influência de diferentes combinações de distâncias sobre os valores da VC e CTAn foram selecionados 19 nadadores do sexo masculino. Dos nadadores avaliados, nove atletas já integraram a seleção carioca infanto-juvenil, e destes, sete possuíam índices para o Campeonato Brasileiro Absoluto e um possuía participações em Jogos Olímpicos e Pan-Americanos.

As características gerais da amostra podem ser visualizadas na tabela 1.

Tabela 1. Características gerais (valores de média e desvio padrão) do grupo de nadadores selecionados.

VARIÁVEIS	Masculino (n = 25)	Feminino (n = 8)	Total (n = 33)
IDADE (anos)	15,52 ± 2,26	13,51 ± 1,76	15,00 ± 2,29
MC (kg)	65,08 ± 15,43	52,85 ± 6,92	62,03 ± 14,69
EST (cm)	172,19 ± 12,83	161,42 ± 6,96	169,50 ± 12,45
GC (%)	11,78 ± 2,71	17,60 ± 3,39	13,24 ± 3,81
TT (anos)	7,64 ± 4,15	5,66 ± 2,80	7,13 ± 3,81

MC = Massa corporal; EST = Estatura; GC = Gordura corporal; TT = Tempo de treinamento.

4.2 Aspectos éticos

Os atletas e seus responsáveis foram informados sobre a proposta do estudo e procedimentos a que seriam submetidos, todos assinaram declaração de consentimento livre e

esclarecido (Apêndice A), sendo garantida a liberdade de desistir de participar do estudo a qualquer momento.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, sob o número 774/2007 (Anexo 1).

4.3 Procedimentos adotados para as coletas

Todos os testes foram realizados em piscina de 25m com 10 raias, aquecida com temperatura da água variando entre 27 e 29°C. Antes do início das coletas, os atletas realizaram aquecimento padrão, a metragem variou entre 1500 e 1800 metros, sendo realizados os diferentes nados em ritmo lento e exercícios de técnica.

4.4 Antropometria

A massa corporal (MC) foi medida através de uma balança de plataforma da marca Filizolla® com precisão de 0,1 kg. A estatura foi obtida através de um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm (GORDON et al, 1988). Todos os indivíduos foram medidos e pesados descalços, vestindo apenas sunga (homens) e maiô (mulheres).

A composição corporal foi avaliada pela técnica de espessura de tecido subcutâneo. Foram aferidas as dobras cutâneas da região abdominal (AB), supra-iliaca (SI), subescapular (SE), tricípital (TR), bicipital (BI), axilar-média (AM), perna-medial (PM) e coxa (CX). Tais medidas foram realizadas utilizando adipômetro científico da marca Cescorf®, com pressão constante de 10 g/mm², e precisão de 1 mm. Os procedimentos seguiram as padronizações descritas por Harrison et al. (1988).

A estimativa da densidade corporal (DC) foi realizada através da equação proposta por Thorland et al (1984) para adolescentes atletas:

Para o sexo masculino:

$$DC = 1,1091 - 0,00052 (TR + SE + AM) + 0,00000032 (TR + SE + AM)^2$$

Para o sexo feminino:

$$DC = 1,0987 - 0,00122 (TR + SE + SI) + 0,00000263 (TR + SE + SI)^2$$

Para o cálculo da gordura corporal (GC) utilizou-se as equações preconizadas por Lohman (1986).

4.5 Avaliação maturacional

A avaliação da maturação sexual foi baseada em estágios de desenvolvimento das características sexuais secundárias: estágios de desenvolvimento genital (DG1 a DG5) e pilosidade pubiana (PP1 a PP6) nos meninos e estágios de desenvolvimento mamário (DM1 a DM5) e pilosidade pubiana (PP1 a PP6) nas meninas (TANNER, 1962).

Os estágios de desenvolvimento foram determinados por meio de auto-avaliação (SCHLOSSBERGER et al, 1992). Para tanto, após explicações detalhadas sobre o uso das “pranchas com fotos”, os indivíduos fizeram a identificação dos estágios de desenvolvimento maturacional das quais mais se aproximavam.

4.6 Treinamento da natação

Em um típico programa de treinamento de natação, existem basicamente três períodos: 1) básico, onde há ênfase no desenvolvimento da capacidade aeróbia, realizado através de um maior volume e uma menor intensidade; 2) específico, que se caracteriza pelo treinamento em ritmo de prova. A metragem tende a diminuir em comparação ao período anterior e as séries realizadas durante o treinamento tornam-se mais específicas à distância e ao estilo realizado na competição; 3) competitivo, caracteriza-se pelo treinamento na distância de prova, além de séries de ritmo de prova, saídas e viradas. A metragem durante este período sofre uma grande diminuição, podendo chegar a 50% do nadado no período básico (MAGLISHO, 1999).

Os testes para avaliar a VC e o MEEL nos nadadores foram realizados em dois momentos da temporada. O primeiro momento (M1) iniciou-se após um período de seis semanas de treinamento com característica predominantemente aeróbia (preparação geral). O segundo momento (M2) foi realizado após 12 semanas de treinamento, divididos em quatro mesociclos:

Os testes de determinação da VC e do MEEL foram realizados nos momentos pré e pós doze semanas de treinamento. O treinamento foi dividido em quatro mesociclos:

O primeiro mesociclo (MS1) foi composto por três semanas de duração. O objetivo principal foi desenvolver a capacidade aeróbia e as séries foram realizadas predominantemente na intensidade do limiar anaeróbio. A metragem nadada durante este período foi de aproximadamente 60.000 metros semanais, divididos em 9 a 10 sessões de treinamento.

O segundo mesociclo (MS2) teve duração de quatro semanas e o objetivo principal deste período foi dar continuidade as adaptações aeróbias (capacidade e potência aeróbia) e o desenvolvimento inicial da capacidade anaeróbia específica. Os atletas nadaram aproximadamente 55.000 metros semanais.

O terceiro mesociclo (MS3) teve duração de três semanas e se caracterizou pelo treinamento em ritmo de prova. O objetivo deste período foi desenvolver a velocidade e a resistência de velocidade específica para as provas nadadas por cada atleta. A metragem semanal nadada pelos atletas foi de aproximadamente 50.000 metros. O último mesociclo (polimento) foi caracterizado pela diminuição significativa da metragem nadada semanalmente (25.000 a 30.000 metros). Esta fase objetivou aprimorar os componentes específicos de prova (saídas, viradas e estratégia).

Todas as informações transmitidas neste capítulo seguiram relato dos técnicos para a temporada de inverno, que abrangeu as 12 semanas do experimento.

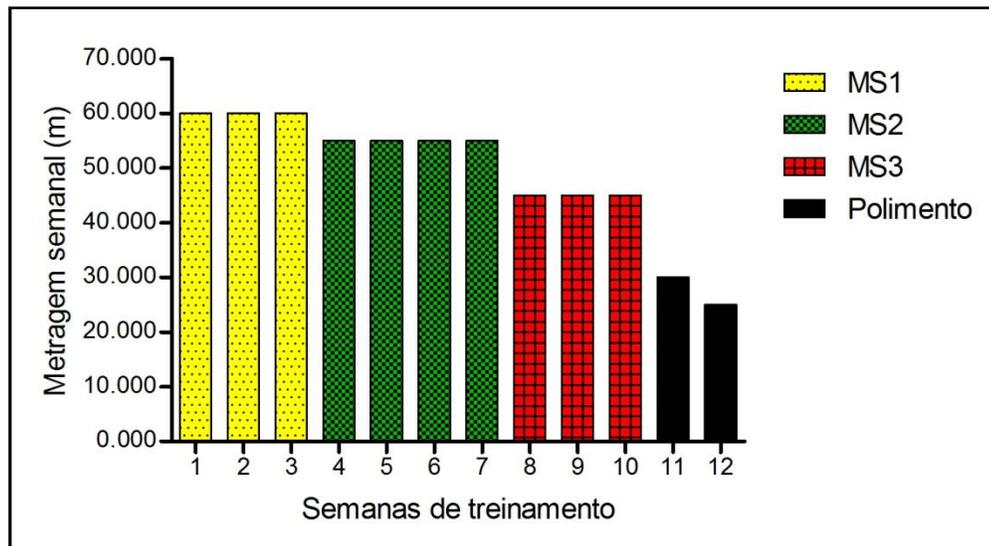


Figura 2. Progressão da distância em metros (m) nadada semanalmente pelos atletas no período correspondente a 12 semanas de treinamento.

4.7 Determinação da velocidade crítica (VC)

Para a determinação da VC, os sujeitos realizaram quatro tiros máximos, nas distâncias de 50, 100, 200 e 400m em nado crawl, com intervalo de 24 horas entre eles (MACHADO et al, 2007a). Os tiros foram realizados no início da sessão de treinamento, logo após o aquecimento e determinados de forma aleatória na tentativa de evitar a influência de uma

distância sobre a outra. Para a realização dos tiros, os nadadores foram orientados a dar a partida de dentro da piscina, junto à borda. Os tempos foram registrados através de um cronômetro digital (Casio HS-50) com precisão de milésimos de segundos.

A VC foi determinada através da inclinação (b) da reta de regressão linear entre a distância e o tempo obtido em cada repetição (WAKAYOSHI, et al, 1992a; WAKAYOSHI, et al, 1992b).

4.8 Determinação do Máximo Estado Estável do Lactato (MEEL)

Para terminação do MEEL, utilizou-se a metodologia proposta por Wakayoshi et al (1993), onde os sujeitos nadaram 1600 metros divididos em três séries de quatro tiros de 400 metros (3 x 4 x 400 m) com velocidade constante correspondente a 98, 100 e 102% da VC. Foi empregado o intervalo de 45 segundos a um minuto entre os tiros para coleta de sangue e de 48 horas entre as séries. O sangue foi coletado da ponta dos dedos durante o repouso e ao final de cada tiro. Utilizou-se um capilar heparinizado para a coleta e o volume de 25 µl foi transferido através de uma pipeta de volume fixo da marca Kacil[®] para um microtubo tipo eppendorf[®] contendo 50 µl de fluoreto de sódio a 1%.

A intensidade correspondente ao MEEL foi definida como a maior concentração de lactato que pode ser identificada com a manutenção do estado de equilíbrio durante cargas submáximas constantes prolongadas (BENEKE, 2003).

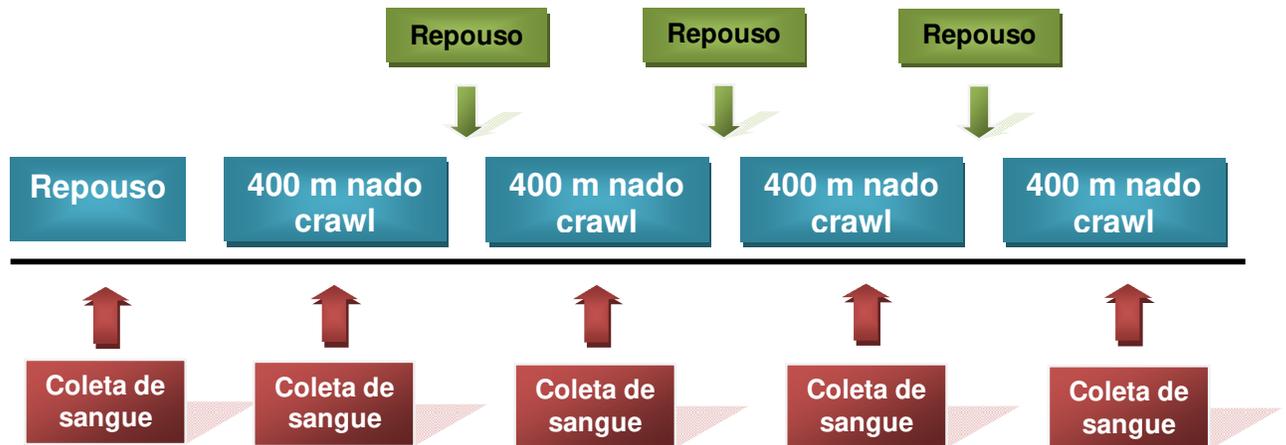


Figura 3. Delineamento do teste de 3 x 4 x 400 m para verificação do máximo estado estável do lactato nas intensidades correspondente a 98, 100 e 102% da VC. Foram coletados 25 μ l de sangue durante o repouso e ao final de cada tiro de 400 m.

4.9 Bioquímica Sangüínea

Os tubos de polietileno de 1,5mL (tipo eppendorf) contendo as amostras de sangue (25 μ L) homogeneizadas ao fluoreto de sódio a 1% (50 μ L) foram imediatamente armazenadas sob refrigeração e congeladas no mesmo dia para posterior dosagem de lactato. As concentrações de lactato sangüíneo foram determinadas em analisador eletroquímico *YSL 2300* (STAT Yellow Spring Co., USA).

5.0 Tratamento estatístico

Para a análise dos resultados da VC obtidos nos dois momentos do estudo foram adotados os recursos da estatística não-paramétrica (teste de *Wilcoxon*) uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal. O teste *t* de *Student* foi utilizado na comparação

entre os tiros de 50, 100, 200 e 400m nos dois momentos do experimento. A correlação linear de *Pearson* foi empregada na comparação entre a VC e o MEEL.

A análise de variância (ANOVA one-way) foi utilizada para comparar a concentração de lactato sanguíneo nos tiros de 400m nas três intensidades (98, 100 e 102%) e na comparação entre as diferentes combinações de distâncias para a determinação da VC e o Post Hoc de Tukey foi empregado para localizar as diferenças.

O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%.

As análises foram realizadas no pacote computadorizado Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 9.0. e *STATISTICA 6.0™ (STATSOFT INC., USA) for WINDOWS*.

6 Resultados

A seção dos resultados e da discussão será apresentada na forma de artigos científicos, que serão submetidos à publicação em periódicos especializados.

Artigo original 1: Efeito de 12 semanas de treinamento sobre a velocidade crítica e a máxima fase estável do lactato em nadadores de elite – Submetido ao Journal of Science and Medicine in Sport.

Artigo original 2: A velocidade crítica corresponde ao máximo estado estável do lactato em nadadores jovens de elite? – Submetido ao Pediatric Exercise Science.

Artigo original 3: A influência de diferentes distâncias na determinação da velocidade crítica em nadadores - Aceito para publicação na Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano, 11(2), 2009.

6.1 ARTIGO ORIGINAL 1

**EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO SOBRE A VELOCIDADE CRÍTICA E
O MÁXIMO ESTADO ESTÁVEL DO LACTATO EM NADADORES DE ELITE.**

**EFFECT OF TWELVE WEEKS TRAINING IN CRITICAL VELOCITY AND
MAXIMAL LACTATE STEADY STATE IN ELITE SWIMMERS**

MACHADO, Marcus Vinicius et al

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de 12 semanas de treinamento sobre a velocidade crítica (VC) e o máximo estado estável do lactato (MEEL) em nadadores de elite. Participaram deste estudo 10 nadadores ($16,30 \pm 2,41$ anos; $8,30 \pm 5,17$ anos de treino). A VC foi determinada através do coeficiente angular da reta de regressão linear entre a distância e o tempo obtido em quatro tiros máximos (50, 100, 200 e 400m). Os tiros foram realizados em ordem aleatória durante as sessões de treinamento com intervalo de 24 horas entre eles. Para a determinação do MEEL foram realizadas três séries de quatro repetições de 400m (3 x 4 x 400m) a 98, 100 e 102% da VC. Foram coletados 25 μ l de sangue da ponta dos dedos durante o repouso e ao final de cada tiro. O MEEL foi definido como a mais alta intensidade de nado na qual ocorra um platô no lactato sanguíneo. Os testes para a determinação da VC e do MEEL foram realizados nos momentos pré e pós 12 semanas de treinamento. A VC obtida no momento pós doze semanas de treinamento foi significativamente maior quando comparada com o momento pré ($1,45 \pm 0,10$ vs $1,41 \pm 0,11$ m/s⁻¹; $P < 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas no MEEL entre os momentos pré e pós ($1,41 \pm 0,10$ vs $1,43 \pm 0,10$ m/s⁻¹, respectivamente). Contudo, observou-se uma diminuição na concentração média de lactato entre os momentos. O MEEL foi localizado a 100% da VC no momento pré-experimental com a concentração média de lactato dos quatro tiros de 400m permanecendo em 4,34 mmol.l⁻¹. No momento pós-experimental o MEEL foi localizado a 98% da VC e a concentração média de lactato foi de 3,69 mmol.l⁻¹. Através dos resultados obtidos, conclui-se que 12 semanas de treinamento foram suficientes para promover um aumento na VC. E apesar de não ter aumentado significativamente o MEEL entre os momentos, a diminuição da concentração média de lactato no momento pós-experimental demonstrou uma maior eficiência do sistema aeróbio, promovendo com isso um menor desgaste durante a realização dos testes.

Palavras-Chaves: velocidade crítica; limiar anaeróbio; desempenho; natação.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of twelve weeks training on the critical velocity (CV) and the maximal lactate steady state (MLSS) in the elite swimmers. A group of 10 swimmers (16.30 ± 2.41 years, 8.30 ± 5.17 years of training) participated into the study. The CV was determined by the slope of the linear regression between the distance and time in four maximum shots (50, 100, 200 and 400m). The shots were conducted in random order during the training sessions with an interval of 24 hours between them. To determine the MLSS were used three series with four repetitions of 400 meters (3 x 4 x 400m) at 98, 100 and 102% of CV. We collected 25 μ l of blood from fingertips during rest and at the end of each shot. The MLSS was defined as the highest intensity of swimming in which occurs a plateau in blood lactate curve. The tests for determining the CV and MLSS were made in moments before and after twelve weeks of training. The CV obtained at the time after twelve weeks of training was significantly higher when compared with the previous moment (1.45 ± 0.10 vs. 1.41 ± 0.11 m/s⁻¹, P <0.05). However, no significant differences in MLSS were seen between the moments before and after (1.41 ± 0.10 vs. 1.43 ± 0.10 m/s⁻¹, respectively). There was also a decrease in the average concentration of lactate between times. The MLSS was located at 100% of CV in the pre-trial moment with the average concentration of lactate for the four shots of 400m remaining at 4.34 mmol.l⁻¹. The MLSS was located at 98% of CV in the post-experimental moment and the average concentration of lactate was 3.69 mmol.l⁻¹. Based on these results, it appears that twelve weeks training was sufficient to promote an increase in CV. However, although it has not increased significantly between the MLSS moments, the decrease in average concentration of lactate at post-trial demonstrated greater efficiency of the aerobic system, leading to a lower wear during the tests.

Keywords: critical velocity; anaerobic threshold; performance; swimming.

INTRODUÇÃO

O máximo estado estável do lactato (MEEL) tem sido definido como a maior taxa de trabalho que pode ser mantida por um longo período de tempo sem um contínuo acúmulo de lactato sanguíneo (BENEKE, 1995; BENEKE, 2003; BILLAT et al, 2003). Existem muitas razões para quantificar esta intensidade de exercício, entre elas inclui-se a avaliação cardiovascular ou pulmonar, avaliação de programas de treinamento, prescrição de exercício, e a classificação da intensidade do exercício como moderado, intenso ou severo (GAESSER & POOLE; 1996; LONDEREE, 1997; BISHOP, 2004). Entretanto, apesar das inúmeras pesquisas e da sua comprovada eficácia como um mecanismo de avaliação aeróbia, a determinação deste índice requer grande investimento em equipamentos, além de ser indispensável à participação de pessoas especializadas. Neste sentido, é crescente a utilização da potência crítica (PC) na determinação do máximo estado estável do lactato (MEEL) durante o exercício de cargas incrementais (DEKERLE et al, 2003).

A Potência Crítica (PC) é um conceito teórico que pressupõe a existência de uma relação linear entre o trabalho total realizado (W_{lim}) e seu correspondente tempo de exaustão (t_{lim}) (MONOD & SHERRER, 1965). Além de ser de fácil aplicação, a PC pode ser realizada com um grande número de atletas e durante as sessões de treinamento (KOKUBUN, 1996). Além disso, o método não é invasivo, o que facilita a sua aplicação periódica e em grupos especiais como crianças (GRECO & DENADAI, 2005, TOUBEKIS et al, 2006).

No início da década de 90, a PC foi aplicada na natação, o termo Velocidade Crítica (VC) foi então proposto para representar a velocidade de nado que teoricamente poderia ser mantida por um longo período de tempo sem exaustão (WAKAYOSHI et al 1992a). A partir deste estudo, diversas abordagens foram realizadas objetivando confirmar a validade do método

na avaliação aeróbia em diferentes atividades (LE CHEVALIER et al, 2000; MARTIN & WHYTE, 2000; DENADAI & GRECO, 2000; DEKERLE et al, 2005; VANHATALO et al, 2007; DEKERLE et al, 2008).

Por ser um indicador da aptidão aeróbia, espera-se que a VC seja influenciada por sessões de treinamento com característica aeróbia. Este comportamento tem sido apresentado por diversos estudos que apontaram melhorias na PC ou na VC após períodos de treinamento de três a oito semanas, todos realizados em cicloergômetro (GAESSER & WILSON, 1988; JENKINS & QUIGLEY, 1992). Entretanto, não se tem conhecimento de estudos semelhantes envolvendo nadadores. Com base nestes fatos, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência de doze semanas de treinamento sobre a velocidade crítica e o máximo estado estável do lactato em nadadores de elite.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram deste estudo 10 nadadores, oito homens e duas mulheres ($16,30 \pm 2,41$ anos; $8,30 \pm 5,17$ anos de treino; $70,96 \pm 15,83$ kg; $13,79 \pm 4,11$ % gordura; $176,85 \pm 11,86$ cm). Todos os nadadores foram classificados entre as quatro primeiras colocações no Campeonato Estadual Carioca entre os anos de 2006 e 2007 em diferentes provas. Desses, três conquistaram a primeira colocação no Campeonato Brasileiro Absoluto nas provas de 50, 200 e 800 metros nado livre, um foi vice-campeão na prova de 800 metros nado livre e outro obteve a quinta colocação nos 100 metros nado costas entre os anos de 2006 e 2007. Três nadadores também possuíam passagens pela seleção brasileira nas categorias júnior e absoluto.

Os responsáveis pelos sujeitos, após serem esclarecidos sobre as finalidades do estudo e os procedimentos aos quais os atletas seriam submetidos, assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos, sob o número 774/2007.

Protocolo experimental

Os testes de determinação da VC e do MEEL foram realizados nos momentos pré e pós doze semanas de treinamento. O treinamento foi dividido em quatro mesociclos:

O primeiro mesociclo (MS1) foi composto por três semanas de duração. O objetivo principal foi desenvolver a capacidade aeróbia e as séries foram realizadas predominantemente na intensidade do limiar anaeróbio. A metragem nadada durante este período foi de aproximadamente 60.000 metros semanais, divididos em 9 a 10 sessões de treinamento.

O segundo mesociclo (MS2) teve duração de quatro semanas e o objetivo principal deste período foi dar continuidade as adaptações aeróbias (capacidade e potência aeróbia) e o desenvolvimento inicial da capacidade anaeróbia específica. Os atletas nadaram aproximadamente 55.000 metros semanais.

O terceiro mesociclo (MS3) teve duração de três semanas e se caracterizou pelo treinamento em ritmo de prova. O objetivo deste período foi desenvolver a velocidade e a resistência de velocidade específica para as provas nadadas por cada atleta. A metragem semanal nadada pelos atletas foi de aproximadamente 50.000 metros. O último mesociclo (polimento) foi caracterizado pela diminuição significativa da metragem nadada semanalmente (25.000 a 30.000 metros). Esta fase objetivou aprimorar os componentes específicos de prova (saídas, viradas e estratégia).

Determinação da velocidade crítica (VC)

A VC foi determinada através quatro tiros máximos nas distâncias de 50, 100, 200 e 400 metros nado *crawl*, com intervalo de 24 horas entre eles (MACHADO et al, 2007a), registrando-se somente os respectivos tempos. Todas as repetições foram realizadas em ordem aleatória durante as sessões de treinamento. A VC foi determinada através do coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os tempos obtidos em cada repetição (WAKAYOSHI, et al, 1992a; WAKAYOSHI, et al, 1992b) e a Capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) foi determinada pelo prolongamento da reta de regressão linear (PAPOTI et al, 2005; DI PRAMPERO et al, 2008). A figura 1 ilustra a relação linear do modelo distância / tempo.

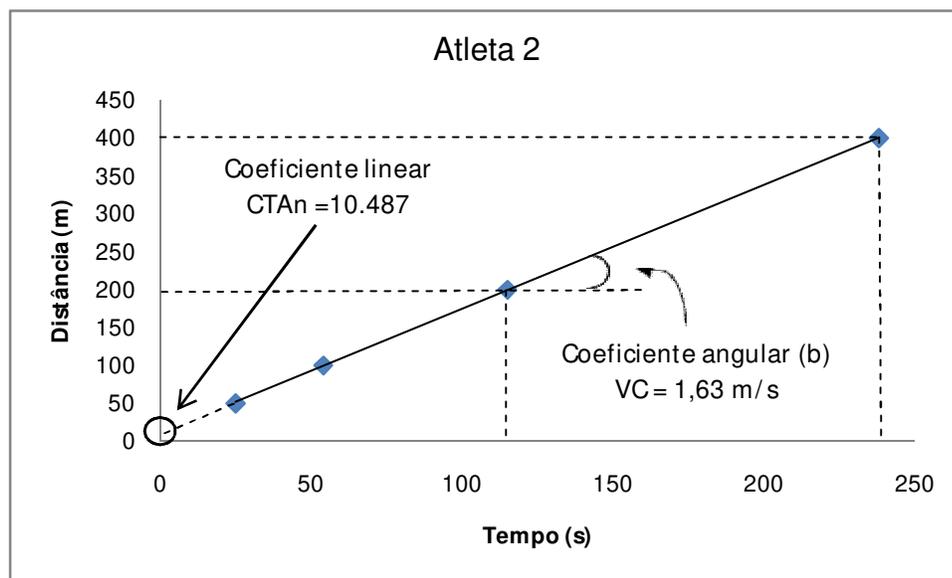


Figura 1. Relação linear obtida através dos tiros máximos de 50, 100, 200 e 400 m da relação distância/tempo para o atleta 2.

Determinação do Máximo Estado Estável do Lactato (MEEL)

O MEEL foi realizado seguindo metodologia proposta por Wakayoshi et al (1993^a). Os sujeitos executaram três séries de quatro tiros de 400 metros (3 x 4 x 400) em ordem aleatória com velocidades constantes correspondentes a 98, 100 e 102% da VC, com pausas de 45 segundos a um minuto entre os tiros para coleta de sangue e de 48 horas entre as séries. O sangue foi coletado da ponta dos dedos durante o repouso e ao final de cada tiro. Utilizou-se capilar heparinizado para a coleta e o volume de 25 µl foi transferido através de uma pipeta de volume fixo da marca Kacil[®] para um microtubo tipo eppendorf[®] contendo 50 µl de fluoreto de sódio a 1%. As concentrações de lactato sanguíneo foram determinadas em analisador eletroquímico *YSL 2300* (STAT Yellow Spring Co., USA).

A intensidade do MEEL foi definida como a mais alta concentração de lactato sanguíneo e carga de trabalho, que pode ser mantida por um longo período de tempo sem contínuo acúmulo de lactato sanguíneo (BENEKE, 1996; BENEKE, 2003, BILLAT et al, 2003).

Tratamento estatístico

Os dados são apresentados em média \pm DP. Para a análise dos resultados da VC obtidos nos dois momentos do estudo foram adotados os recursos da estatística não-paramétrica (teste de *Wilcoxon*) uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal. O teste *t* de *Student* foi utilizado na comparação entre os tiros de 50, 100, 200 e 400m nos dois momentos do experimento. A correlação linear de *Pearson* foi empregada na comparação entre a VC e o MEEL.

A análise de variância (ANOVA one-way) foi utilizada para comparar a concentração de lactato sanguíneo nos tiros de 400m nas três intensidades (98, 100 e 102%) e o Post Hoc de Tukey quando $P < 0,05$.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos nos tiros máximos de 50, 100, 200 e 400 metros nado crawl nos dois momentos do experimento. Houve uma diminuição significativa nos tempos dos 100m ($60,29 \pm 4,99$ vs $59,33 \pm 4,63$ s), 200m ($131,29 \pm 10,64$ vs $127,6 \pm 8,55$ s) e 400m ($276,68 \pm 21,06$ vs $268,03 \pm 18,61$ s) quando comparados os momentos pré e pós-experimental. Os resultados da tabela 1 mostram os valores obtidos na VC, MEEL e CTAn nos dois momentos. O treinamento de doze semanas aumentou significativamente a VC obtida no momento pós-experimental ($1,45 \pm 0,10$ m/s⁻¹ vs $1,41 \pm 0,11$; $P < 0,05$). O mesmo comportamento não foi observado para o MEEL e CTAn.

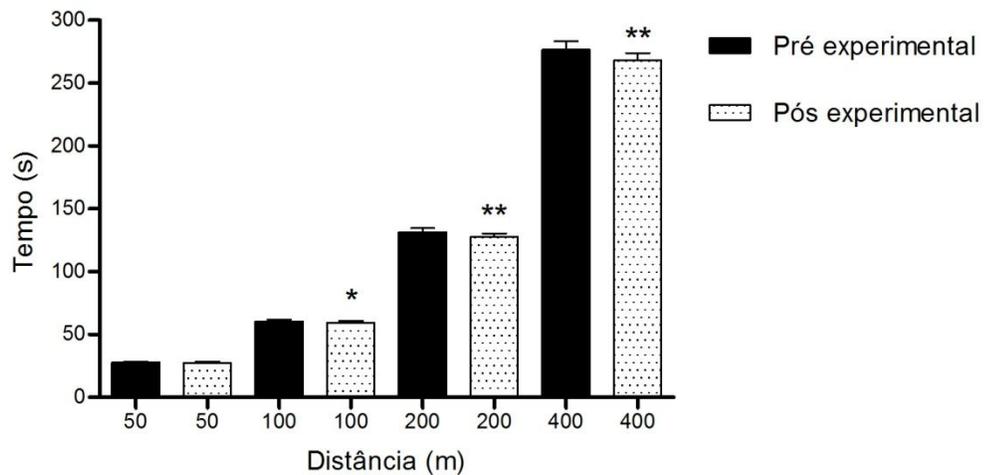


Figura 2. Tempos (s) obtidos nos 50, 100, 200 e 400 metros nado *crawl* nos dois momentos do experimento * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão da VC (m/s), do MEEL e da CTAn (m) nos dois momentos do experimento.

VARIÁVEIS	Pré-experimental	Pós-experimental
VC (m/s ⁻¹)	1,41 ± 0,11	1,45 ± 0,10*
MEEL (m/s ⁻¹)	1,41 ± 0,10	1,43 ± 0,10
CTAn (m)	14,37 ± 2,94	13,48 ± 2,11

* P<0,05 em relação ao momento pré-experimental.

Os resultados apresentados na figura 3 mostram a relação entre a VC e o MEEL. As variáveis foram altamente correlacionadas ($r = 0,81$; $p < 0,0002$ e $r = 0,95$; $p < 0,0001$ respectivamente para os momentos pré e pós experimental). A figura 4 ilustra as alterações na concentração do lactato sanguíneo em função da realização dos tiros (3 x 4 x 400 m) nas intensidades de 98, 100 e 102% da VC. A 98% da VC, observou-se diferença significativa na concentração do lactato sanguíneo do tiro três em relação ao repouso. A 100% da VC não foram observadas diferenças significativas entre os tiros. Entretanto a 102% da VC, o tiro de número um foi significativamente maior que os tiros dois, três e quatro.

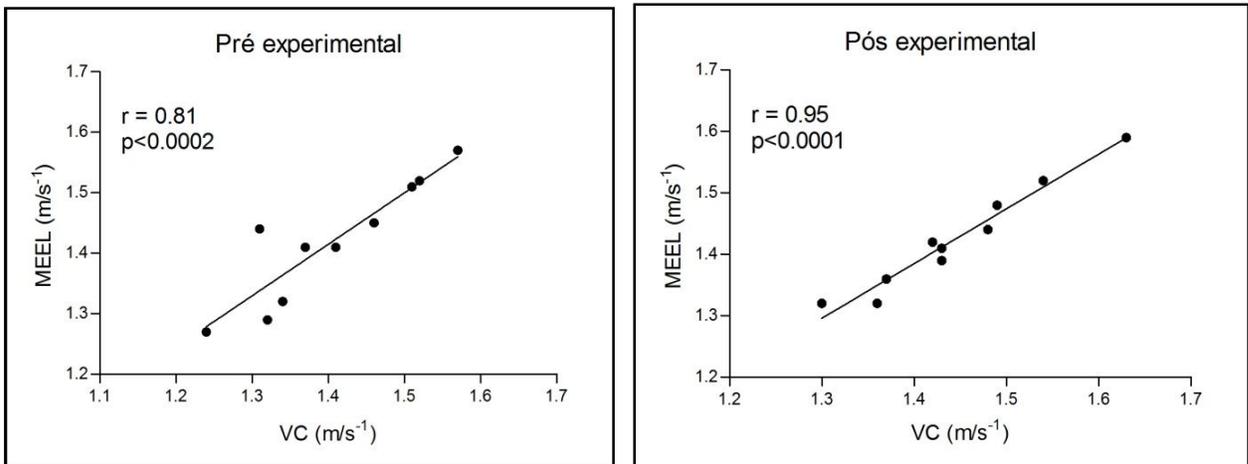


Figura 3. Relação entre a velocidade crítica (VC) e a velocidade do máximo estado estável do lactato (V_{MEEL}) nos momentos pré e pós período de 12 semanas de treinamento. A correlação entre a VC e a V_{MEEL} foram consideradas altas nos dois momentos do estudo ($R^2 = 0,81$ e $0,95$ respectivamente) para o nível de significância de $P < 0,01$.

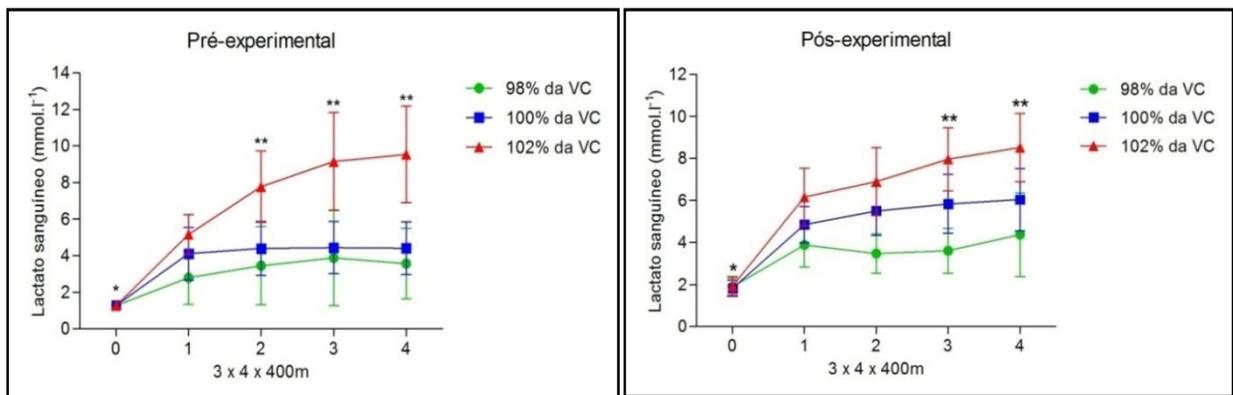


Figura 4. Relação entre a concentração de lactato sanguíneo e as três séries de tiros de 400 m nadadas (98, 100 e 102% da VC) para a determinação do MEEL nos momentos pré e pós 12 semanas de treinamento. No momento pré-experimental, o MEEL foi localizado a 100% da VC e a concentração média de lactato sanguíneo durante os quatro tiros de 400m foi de $4,34 \text{ mmol.l}^{-1}$. No momento pós-experimental o MEEL foi localizado a 98% da VC com concentração média de lactato de $3,69 \text{ mmol.l}^{-1}$. * $P < 0,05$ em relação ao repouso; ** $P < 0,05$ em relação ao tiro 1.

Discussão

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência de um programa de doze semanas de treinamento na natação sobre a VC e o MEEL em nadadores de alto rendimento.

Um típico programa de exercícios é muitas vezes caracterizado pela intensidade, duração e frequência do estímulo de treinamento (MUJIK, 1998). Usualmente a natação é caracterizado por um alto volume de treinamento durante as fases de preparação para as competições. Esta estratégia é adotada para induzir adaptações aeróbias de longa duração (SHARP et al, 2000). Contudo, este alto volume decresce no período competitivo, em uma fase conhecida como “taper” (TRINITY et al, 2008). Durante o taper, a fadiga muscular é reduzida, a força e a potência muscular aumentam, assim como há uma melhora nas propriedades metabólicas e contráteis da fibra muscular (COSTILL, et al, 1985; HOOPER et al, 1998; MARTIN et al, 1994). Devido à grande variação de volume e intensidade observada no treinamento de nadadores, se faz necessário a utilização de índices que possam avaliar as adaptações ao treinamento, além de possibilitar a prescrição adequada da intensidade do esforço (WELTMAN, 1990; SVEDAHL & MACINTOSH, 2003). Tem sido sugerido pela literatura, índices como o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e o limiar anaeróbio (LAN) para esse objetivo (BASSET JR.; HOWLEY, 2000). Contudo, esses métodos são onerosos, limitando a sua ampla utilização por técnicos e atletas.

Na natação a VC vem recebendo muita atenção por parte de pesquisadores, principalmente por ser de fácil aplicação e não necessitar de coleta de sangue ou equipamentos sofisticados para sua obtenção.

Os resultados obtidos pelo presente estudo demonstraram que a VC é um método sensível ao treinamento, adaptando-se após o período de doze semanas. Seu valor aumentou significativamente entre os momentos ($1,41 \pm 0,11$ vs $1,45 \pm 0,10$ m/s⁻¹; $p < 0,05$). Entretanto, o mesmo comportamento não foi observado na CTAn ($14,37 \pm 2,94$ vs $13,48 \pm 2,11$ m) e no MEEL ($1,41 \pm 0,10$ vs $1,43 \pm 0,10$ m/s⁻¹).

Em estudos prévios realizados com nadadores de elite, foi demonstrado que tiros de média e longa duração (400, 800 ou 1500m) exercem uma maior influência sobre a VC (WAKAYOSHI et al, 1992a; TOSSAINT et al, 1998), e os de distâncias mais curtas tendem a aumentar a CTAn (MACHADO et al, 2007a; MIURA et al, 2000; SMITH & HILL, 1993). Comportamento semelhante também foi demonstrado após um período de treinamento de resistência, neste caso, oito semanas foram suficientes para aumentar significativamente a PC e o VO_{2máx}. Contudo, quando o exercício foi intenso com característica anaeróbia, observou-se aumento na CTAn, sem alterar a PC (JENKINS & QUIGLEY, 1993; 1992; 1990). Com base nestes achados, o aumento significativo da VC no momento pós é atribuído a diminuição nos tempos dos tiros preditivos de média e longa duração. Observou-se uma queda de 1,59% nos 100m, de 2,78% nos 200 m e de 3,12% nos 400 m. Por ser um indicador da aptidão aeróbia, é de se esperar que a VC seja influenciada por distâncias longas e sessões de treinamento com característica aeróbia. Esse mesmo comportamento era esperado para o MEEL, contudo, os resultados obtidos divergem de estudos prévios que observaram o aumento no limiar de lactato, no MEEL e no VO_{2máx} após um período de oito semanas de treinamento com corredores moderadamente treinados (PHILIP et al, 2008) e no LAn de mulheres não treinadas (WELTMAN et al, 1990). E em nadadores de alto rendimento submetidos a seis meses de treinamento aeróbio em que se observou um aumento tanto na velocidade de nado correspondente ao LAn de 4

mmol.l (1,32 vs 1,35 m/s⁻¹), quanto na velocidade máxima nos 400 m (1,43 vs 1,47 m/s⁻¹) (WAKAYOSHI et al, 1993).

Apesar do aumento no MEEL não ter sido significativo, observou-se uma diminuição na concentração de lactato entre os momentos (figura 4). Estes resultados corroboram com estudo que ao analisar a cinética do lactato em intensidades submáximas em nadadores verificou-se uma diminuição na concentração de lactato após o período competitivo (4,5 vs 4,0 mmol.l⁻¹) (JOHNS et al, 1992). Bergman et al (1999) observaram uma diminuição na concentração média de lactato e na sua cinética durante o repouso e o exercício após 10 semanas de treinamento de endurance. Segundo Donovan & Brooks (1983), oito semanas de treinamento não alterou a produção de lactato sanguíneo de ratos durante o repouso, mas a taxa de remoção de lactato foi duas vezes maior nos animais treinados quando comparado com os não treinados.

O comportamento na taxa de remoção de lactato, assim como nas menores concentrações de lactato após um período de treinamento deve-se ao aumento na intensidade dos exercícios nos períodos específico e competitivo, com uma concomitante diminuição do volume nadado (JOHNS et al, 1992; PHILP et al, 2008). Além disso, as variáveis foram altamente correlacionadas nos dois momentos do experimento ($r= 0,81$; $p < 0.0002$ e $0,95$; $p < 0.0001$), não sendo observadas diferenças significativas entre os métodos nos momentos pré-experimental ($1,41 \pm 0,11$ vs $1,41 \pm 0,10$ m/s⁻¹) e pós-experimental ($1,45 \pm 0,10$ vs $1,43 \pm 0,10$ m/s⁻¹) respectivamente. Estes resultados estão de acordo com achados prévios que sugerem a utilização da VC como índice de avaliação aeróbia em nadadores devido a alta correlação observada entre os métodos (WAKAYOSHI et al, 1993^a; DENADAI & GRECO, 2000; GRECO & DENADAI, 2005; MELO et al, 2003; DEKERLE et al, 2005; TOUBEKIS et al, 2006).

Conclusões

Através dos resultados obtidos, conclui-se que 12 semanas de treinamento foram suficientes para promover um aumento na VC. Apesar do treinamento não ter promovido um aumento significativo no LAn entre os momentos, a diminuição da concentração média de lactato no momento pós-experimental demonstrou uma maior eficiência do sistema aeróbio, promovendo com isso um menor desgaste durante a realização dos testes. Além disso, a alta correlação observada entre os métodos sugere a utilização da VC de maneira fidedigna na prescrição do treinamento de nadadores de elite.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSETT, D.R.; HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n.1, p.70-84, Jan, 2000.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 27, n. 6, p. 863-7, Jun, 1995.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 1, p. 95-99, Mar, 2003.

BERGMAN, B.C.; WOLFEL, E.E.; BUTTERFIELD, G.E.; LOPASCHUK, G.D.; CASAZZA, G.A.; HORNING, M.A.; et al. Active muscle and whole body lactate kinetics after endurance training in men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 87, n. 5, p. 1684-96, Nov, 1999.

BILLAT, V.L.; SIRVENT, P.; PY, G; KORALSZTEIN, J.P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 6, p. 407-26, 2003.

BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 25, n. 1, p. 68-72, Jan, 2004.

DEKERLE, J.; BARON, B.; DUPONT, L.; VANVELCENAHHER, J.; PELAYO, P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 3-4, p. 281-288, May, 2003.

DEKERLE, J.; PELAYO, P.; CLIPET, B.; DEPRETZ, S.; LEFEVRE, T.; SIDNEY, M. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 26, n. 7, p.524-530, Sep, 2005.

DEKERLE, J.; VANHATALO, A.; BURNLEY, M. Determination of critical power from a single test. **Science & Sports**, 2008 (in press), France, doi: 10.1016/j.scispo.2007.06.015

DENADAI, B.S.; GRECO, C.C.; TEIXEIRA, M. Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 18, n. 10, p. 779-784, Oct, 2000.

DI PRAMPERO, P.E.; DEKERLE, J.; CAPELLI, C.; ZAMPARO, P. The critical velocity in swimming. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 102, n. 2, p. 165-171, Jan 2008.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Baltimore, v. 24, p. 35-71, 1996.

HOOPER, S.L.; MACKINNON, L.T.; GINN, E.M. Effects of three tapering techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 78, n. 3, p. 258-63, Aug, 1998.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 61, n. 3-4, p. 278-83, 1990.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. Endurance training enhances critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 11, p. 1283-9, Nov, 1992.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. The influence of high-intensity exercise training on the Wlim-Tlim relationship. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 25, n. 2, p. 275-82, Feb, 1993.

JOHNS, R.A.; HOUMARD, J.A.; KOBE, R.W.; HORTOBAGYI, T. BRUNO, N.J.; WELLS, J.M.; et al. Effects of taper on swim power, stroke distance, and performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 10, p. 1141-6, Oct, 1992.

KOKUBUN E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 5-20, 1996.

LE CHEVALIER, J.M.; VANDEWALLE, H.; THEPAUT-MATHIEU, C.; STEIN, J.F.; CAPLAN, L. Local critical power is an index of local endurance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, n. 1-2, p. 120-7, Jan, 2000.

LONDEREE, B.R. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 29, n. 6, p. 837-43, Jun, 1997.

MACHADO, M.V.; BATISTA, A.R.; MARQUES, A.C.; BALEIXO, R.; ANDRIES JÚNIOR, O. Influência do intervalo sobre a determinação da velocidade crítica em nadadores. **Revista de Educação Física**, Maringá, v.18 (supl), p.112-115, 2007.

MARTIN, D.T.; SCIFRES, J.C.; ZIMMERMAN, S.D.; WILKINSON, J.G. Effects of interval training and a taper on cycling performance and isokinetic leg strength. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 15, n. 8, p. 485-91, Nov, 1994.

MARTIN, L.; WHYTE, G.P. Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 21, n. 5, p. 366-8, Jul, 2000.

MELO, J.C.; ALTIMARI, L.R.; MORAES, A.C.; BANKOFF, A.; MACHADO, M.V.; OKANO, R.; OKANO, A.H.; et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state in adolescent swimmers? In: ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE, 2003, Salzburg. **Abstract Book of the 8th Annual Congress of the European College of Sport Science**, Salzburg, 2003. p.267.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, Loughborough, v.8, n.3, p.329-338, 1965.

MUJKA, I. The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 19, n. 7, p. 439-46, Oct, 1998.

MIURA, A.; SATO, H.; SATO, H.; WHIPP, B.J.; FUKUBA, Y. The effect of glycogen depletion on the curvature constant parameter of the power-duration curve for cycle ergometry. **Ergonomics**, Loughborough, v. 43, n. 1, p. 133-41, Jan, 2000.

NEUFER, P.D.; COSTILL, D.L.; FIELDING, R.A.; FLYNN, M.G.; KIRWAN, J.P. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 19, n. 5, p. 486-90, Oct, 1987.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A.M.; MENDES, O.C.; GOBATTO, C.A. Utilização de métodos invasivos e não invasivos na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.5, p.7-14, 2005.

PHILP, A.; MACDONALD, A.L.; CARTER, H.; WATT, P.W.; PRINGLE, J.S. Maximal lactate steady state as a training stimulus. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 29, n. 6, p. 475-9, Jun, 2008.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal Applied Physiology**, Champain, v. 28, n. 2, p. 299-23, Apr, 2003.

SMITH, J.C.; HILL, D.W. Stability of parameter estimates derived from the power/time relationship. **Canadian Journal Applied Physiology**, Champain, v. 18, n. 1, p. 43-7, Mar, 1993.

TOUSSAINT, H.M.; WAKAYOSHI, K.; HOLLANDER, A.P.; OGITA, F. Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 30, n. 1, p. 144-51, Jan, 1998.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 2, p. 117-23, Feb, 2006.

TRINITY, J.D.; PAHNKE, M.D.; STERKEL, J.A.; COYLE, E.F. Maximal power and performance during a swim taper. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 29, n. 6, p. 500-6, Jun, 2008.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 2, p. 117-23, Feb, 2006.

WAKAYOSHI, K.; IKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 64, n. 2, p. 153-7, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; KASAI, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y., et al. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 13, n. 5, p. 367-71, Jul, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state?

European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, Berlin, v. 66, n. 1, p. 90-5, 1993.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; IKUTA, Y.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Adaptations to six months of aerobic swim training. Changes in velocity, stroke rate, stroke length and blood lactate. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 14, n. 7, p. 368-72, Oct, 1993.

WELTMAN, A.; SNEAD, D.; STEIN, P.; SEIP, R.; SCHURRER, R.; RUTT, R.; et al. Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations, and VO₂max. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 11, n. 1, p. 26-32, Feb, 1990.

6.2 ARTIGO ORIGINAL 2

**A VELOCIDADE CRÍTICA REPRESENTA O MÁXIMO ESTADO ESTÁVEL DO
LACTATO EM NADADORES ADOLESCENTES DE ELITE?**

**DOES CRITICAL VELOCITY REPRESENT THE MAXIMAL LACTATE STEADY
STATE IN ADOLESCENTS ELITE SWIMMERS?**

MACHADO, Marcus Vinicius et al

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram: a) verificar se a Velocidade Crítica (VC) corresponde ao Máximo Estado Estável do Lactato (MEEL) em nadadores adolescentes de elite; b) determinar a concentração de lactato correspondente ao MEEL em adolescentes praticantes de natação. Participaram deste estudo 12 nadadores ($13,92 \pm 0,90$ anos; $5,75 \pm 1,92$ anos de treino; $54,86 \pm 6,55$ kg; $13,57 \pm 4,99$ % gordura) sendo seis meninos e seis meninas. Todos os atletas possuíam resultados significativos em Campeonatos Estaduais e em Brasileiros nas categorias infantil e juvenil. A VC foi determinada através de quatro tiros máximos nas distâncias de 50, 100, 200 e 400 metros nado *crawl*, sendo obtida através do coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre a distância e o tempo obtido em cada repetição. Para a determinação do MEEL os sujeitos executaram três séries de quatro tiros de 400 metros (3 x 4 x 400) em ordem aleatória com velocidades constantes a 98, 100 e 102% da VC. Foram coletados 25 μ l de sangue da ponta dos dedos durante o repouso e ao final de cada tiro. A intensidade correspondente ao MEEL foi definida como a mais alta concentração de lactato sanguíneo e carga de trabalho que pode ser mantida por um longo período de tempo sem contínuo acúmulo de lactato sanguíneo. Os resultados do presente estudo demonstraram que a intensidade correspondente a VC superestima o MEEL em nadadores adolescentes ($1,32 \pm 0,06$ vs $1,29 \pm 0,05$ m/s). Através dos dados obtidos, conclui-se que a VC não corresponde ao MEEL em nadadores adolescentes de elite. Contudo, a alta correlação encontrada entre os métodos sugere a utilização da VC de forma fidedigna na prescrição e monitoramento do treinamento desses atletas. A concentração média de lactato correspondente ao MEEL foi de $3,73 \pm 1,25$ mmol.l⁻¹, sendo superior à concentração preconizada para crianças de 2,5mmol.l⁻¹. Contudo, uma abordagem mais detalhada deve ser realizada com os diferentes protocolos atualmente utilizados na determinação do MEEL nesta população.

Palavras Chaves: Velocidade crítica; Máximo estado estável do lactato; Adolescentes; Natação.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to assess the correlation between critical velocity and the maximal lactate steady state in elite adolescents of swimmers. Twelve swimmers (13.92 ± 0.90 years, 5.75 ± 1.92 years of training; 54.86 ± 6.55 kg, $13.57 \pm 4.99\%$ fat) six boys and six girls participated in the study. All athletes had significant results in State and National Championships at the infant and juvenile categories. The VC was determined by four shots at maximum distances of 50, 100, 200 and 400 meters swimming crawl and is obtained through the slope (b) of the linear regression line between the distance and time obtained in each repetition. To determine the MEEL the subjects performed three series of four shots from 400 meters (3 x 4 x 400) in random order with speeds in the 98, 100 and 102% of VC. We collected 25 μ l of blood from their fingertips during rest and at the end of each shot. The intensity corresponding to MEEL was defined as the highest concentration of blood lactate and workload that can be maintained for a long period of time without continuous accumulation of blood lactate. The results of this study showed that the intensity corresponding to VC overestimates MEEL in adolescents swimmers (1.32 ± 0.06 vs 1.29 ± 0.05 m/s). Using data obtained, it appears that the VC does not match the MEEL in adolescents of elite swimmers. However, the high correlation found between the methods suggests the use of VC in a reliable manner in prescribing and monitoring the training of athletes. The average concentration of lactate for the MEEL was 3.73 ± 1.25 mmol.l⁻¹, being higher than the concentration recommended for children (2.5 mmol.l⁻¹). However, further evaluation of other protocols currently used in determining the MEEL for this population is necessary.

Keywords: Critical velocity; Maximal lactate steady state; Adolescents; Swimming.

INTRODUÇÃO

A Potência Crítica (PC) é um conceito teórico que pressupõe a existência de uma potência máxima de exercício que pode ser mantida indefinidamente (MONOD & SCHERRER, 1965). O conceito foi baseado na relação hiperbólica entre a potência realizada (W_{lim}) e seu respectivo tempo de exaustão (t_{lim}) (HILL, 1993). O método foi inicialmente proposto para avaliar grupos musculares sinérgicos (MONOD & SCHERRER, 1965), sendo posteriormente estendido para grandes grupos musculares (MORITANI et al, 1981).

No início da década de 90, a PC foi aplicada na natação e o termo Velocidade Crítica (VC) foi então proposto para representar a velocidade de nado que teoricamente poderia ser mantida por um longo período de tempo sem exaustão (WAKAYOSHI et al 1992a). A partir deste estudo, diversas abordagens foram realizadas objetivando confirmar a validade do método na avaliação aeróbia em diferentes atividades (LE CHEVALIER et al, 2000; MARTIN & WHYTE, 2000; DENADAI & GRECO, 2000; DEKERLE et al, 2005; VANHATALO et al, 2007; DEKERLE et al, 2008). Além disso, a VC tem recebido cada vez mais atenção por parte de pesquisadores, devido às facilidades na sua aplicação, descartando a necessidade de coleta de sangue. No entanto, apesar de todas as facilidades, ainda são poucos os estudos que abordaram este método em crianças e adolescentes.

Hill et al (1995) sugerem a utilização da VC na avaliação do desempenho aeróbio de nadadores jovens (8 a 18 anos). Além disso, a VC correspondeu ao máximo estado estável do lactato (MEEL) em atletas de natação iniciantes ($12,9 \pm 1,1$ anos) ($1,085 \pm 0,121$ vs $1,079 \pm 0,114$ m/s, respectivamente) e com a velocidade correspondente ao limiar de 4 mmol^{-1} ($1,106 \pm 0,112$) (GRECO & DENADAI, 2005; TOUBEKIS et al, 2006). Contudo, a VC subestimou a velocidade correspondente ao limiar de 4 mmol em nadadores de 10 a 12 anos

(DENADAI & GRECO, 2000). A VC também subestimou o MEEL ($1,24 \pm 0,10$ vs $1,31 \pm 0,15$ m.s⁻¹) em estudo realizado com nadadores treinados ($20,4 \pm 1,9$ anos) (DEKERLE et al, 2005). Os resultados divergentes encontrados podem ser provenientes do tipo de exercício realizado, de diferenças nos protocolos de testes empregados na determinação do LAn ou até mesmo na definição utilizada para caracterizar o MEEL (MOCELIN et al, 1991, WILLIAMS & ARMSTRONG, 1991; BENEKE et al, 1995).

Outro aspecto contraditório observado na literatura está relacionado à concentração média de lactato correspondente ao LAn nesta população. Em estudos prévios realizados com crianças, foram achados os valores de 4.06 ± 0.93 mmol.l⁻¹ durante protocolo realizado em cicloergômetro (HECK et al, 1987). Em exercício realizado em esteira o MEEL, das crianças foi de 4.6 ± 1.3 mmol.l⁻¹ e de 5.0 ± 0.89 mmol.l⁻¹ (MOCELIN et al 1990; 1991) e 2.1 ± 0.5 mmol.l⁻¹ e 2.3 ± 0.6 mmol.l⁻¹ (WILLIAMS & ARMSTRONG, 1991). Assim como também foram observadas grandes variações individual na concentração de lactato correspondente ao LAn, com valores entre 2,1 e 5 mmol.l⁻¹ (BENEKE, 1996) e 1,4 a 7,5 mmol.l⁻¹ (STEGMANN et al, 1981).

Desse modo, o presente estudo objetivou: a) verificar se a VC corresponde ao MEEL em nadadores adolescentes de elite; b) Determinar a concentração de lactato correspondente ao MEEL em adolescentes praticantes de natação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram deste estudo 12 nadadores ($13,92 \pm 0,90$ anos; $5,75 \pm 1,92$ anos de treino; $54,86 \pm 6,55$ kg; $13,57 \pm 4,99$ % gordura) sendo seis meninos e seis meninas. Os atletas estavam em período de treinamento de base, nadando em média 35.000 a 40.000 m, divididos em seis sessões semanais. Todos os nadadores foram considerados de elite para a categoria infantil e juvenil, pois figuraram entre os quatro melhores nadadores em diferentes provas no Campeonato Estadual Carioca entre os anos de 2006 e 2007. Dois nadadores foram recordistas no Campeonato Estadual Carioca na categoria infantil nas provas de 100 metros nado costas, 100 e 200 metros nado livre. Duas nadadoras conquistaram a primeira colocação no Campeonato Brasileiro Infantil e Juvenil em 2008 nas provas de 200 metros medley e 200 metros nado livre, e outra ficou com a terceira colocação na prova de 200 metros nado livre. Cinco dos nadadores participantes deste estudo também tiveram passagens pela seleção do Estado participante do Campeonato Brasileiro Inter-federativo Infanto-Juvenil (Chico Piscina).

Os atletas e seus responsáveis foram informados sobre a proposta do estudo e procedimentos a que seriam submetidos, assinando declaração de consentimento esclarecido.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, sob o número 774/2007.

Determinação da velocidade crítica (VC)

A VC foi determinada através de quatro tiros máximos nas distâncias de 50, 100, 200 e 400 metros nado *crawl*, com intervalo de 24 horas entre eles, registrando-se somente os respectivos tempos (MACHADO et al, 2007). Todas as repetições foram realizadas em ordem aleatória durante as sessões de treinamento. A VC e a CTAn foram obtidas através de regressão linear. O coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os tempos obtidos

em cada repetição representa a VC (WAKAYOSHI, et al, 1992a; WAKAYOSHI, et al, 1992b). O coeficiente linear (prolongamento da reta até o ponto em que toca o eixo y) representa a CTAn (PAPOTI et al, 2005; DI PRAMPERO et al, 2008) (Figura 1).

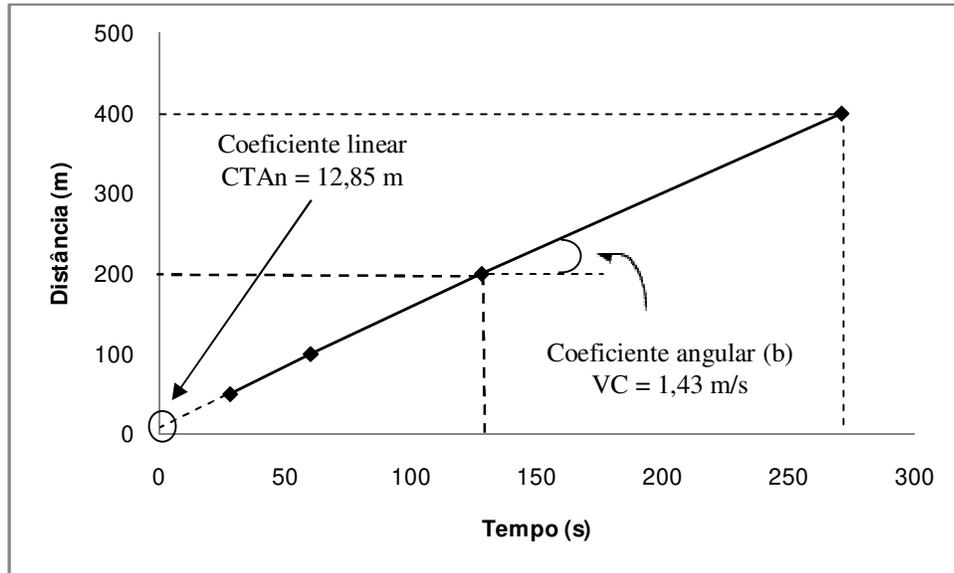


FIGURA 1. Relação linear obtida através dos tiros máximos de 50, 100, 200 e 400m da relação distância/tempo para um atleta.

Determinação do Máximo Estado Estável do Lactato (MEEL)

Os sujeitos executaram três séries de quatro tiros de 400 metros (3 x 4 x 400) nado crawl em ordem aleatória com velocidades constantes correspondentes a 98, 100 e 102% da VC, com pausas de 45 segundos a um minuto entre os tiros para coleta de sangue e de 48 horas entre as séries (WAKAYOSHI et al, 1993). O sangue foi coletado da ponta dos dedos durante o repouso e ao final de cada tiro. Utilizou-se um capilar heparinizado para a coleta e o volume de 25 μl foi transferido através de uma pipeta de volume fixo da marca Kacil[®] para um microtubo tipo eppendorf[®] contendo 50 μl de fluoreto de sódio a 1%. As concentrações de lactato sanguíneo foram determinadas em analisador eletroquímico YSL 2300 (STAT Yellow Spring Co., USA).

A intensidade correspondente ao MEEL foi definida como a mais alta concentração de lactato sanguíneo e carga de trabalho, que pode ser mantida por um longo período de tempo sem contínuo acúmulo de lactato sanguíneo (BENEKE, 2003).

Avaliação maturacional

A avaliação da maturação sexual foi baseada em estágios de desenvolvimento das características sexuais secundárias: estágios de desenvolvimento genital (DG1 a DG5) e pilosidade pubiana (PP1 a PP6) nos meninos e estágios de desenvolvimento mamário (DM1 a DM5) e pilosidade pubiana (PP1 a PP6) nas meninas (TANNER, 1962). Os estágios de desenvolvimento foram determinados por meio de auto-avaliação (SCHLOSSBERGER et al, 1992). Para tanto, após explicações detalhadas sobre o uso das “pranchas com fotos”, os indivíduos fizeram a identificação dos estágios de desenvolvimento maturacional das quais mais se aproximavam.

Análise estatística

Os resultados são expressos em média \pm DP. A comparação entre a VC e o MEEL foi realizada através do teste *t* de *Student*. A correlação linear de *Pearson* foi empregada na comparação entre as duas variáveis. A análise de variância (ANOVA one-way) foi utilizada para comparar a concentração de lactato sanguíneo nos tiros de 400m nas três intensidades (98, 100 e 102%) e o Post Hoc de Tukey foi utilizado quando o $P < 0,05$.

RESULTADOS

Através da avaliação da maturação sexual baseada nos estágios de desenvolvimento das características sexuais secundárias, constatou-se que os cinco meninos participantes do experimento encontravam-se dentro do estágio DG3 e PP3 e um no estágio DG4 e PP4. Em relação às meninas, quatro encontravam-se dentro dos estágios DM4 e PP4 e duas no estágio DM3 e PP3.

A tabela 1 apresenta os tempos obtidos nas quatro distâncias (50, 100, 200 e 400m nado *crawl*) utilizadas para a determinação da VC e da velocidade em metros por segundo (m/s^{-1}). A figura 2 apresenta os valores da VC e do MEEL em metros por segundo (m/s). A VC foi significativamente maior que o MEEL ($1,32 \pm 0,06$ vs $1,29 \pm 0,05$; $P < 0,05$), superestimando em 2,27% a sua velocidade.

TABELA 1. Valores de média e desvio-padrão (\pm) dos tempos (s) e da velocidade (m/s) obtidos nos 50, 100, 200 e 400 metros nado *crawl* utilizados na determinação da velocidade crítica.

Variáveis	50m	100m	200m	400m
Tempo (s)	30,15 \pm 1,30	64,48 \pm 2,76	139,59 \pm 6,20	294,31 \pm 11,97
Velocidade (m/s^{-1})	1,66 \pm 0,07	1,55 \pm 0,07	1,44 \pm 0,07	1,36 \pm 0,06

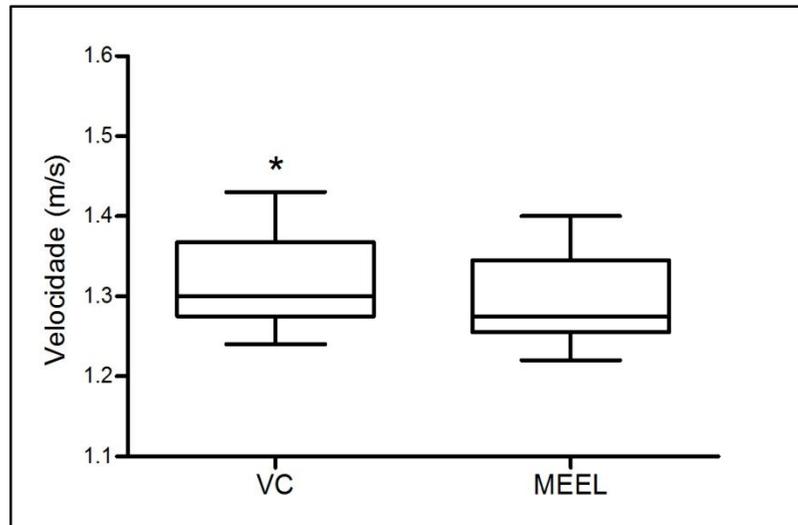


FIGURA 2. Valores médios (\pm DP) da velocidade crítica (VC) e do máximo estado estável do lactato (MEEL). * $P < 0,05$.

A figura 3 apresenta a correlação encontrada entre a VC e o MEEL ($r = 0,99$; $P < 0,0001$). A alta correlação entre os métodos é apresentada em diversos estudos (DEKERLE et al, 2003; DEKERLE et al, 2005; GRECO & DENADAI, 2005; TOUBEKIS et al, 2006).

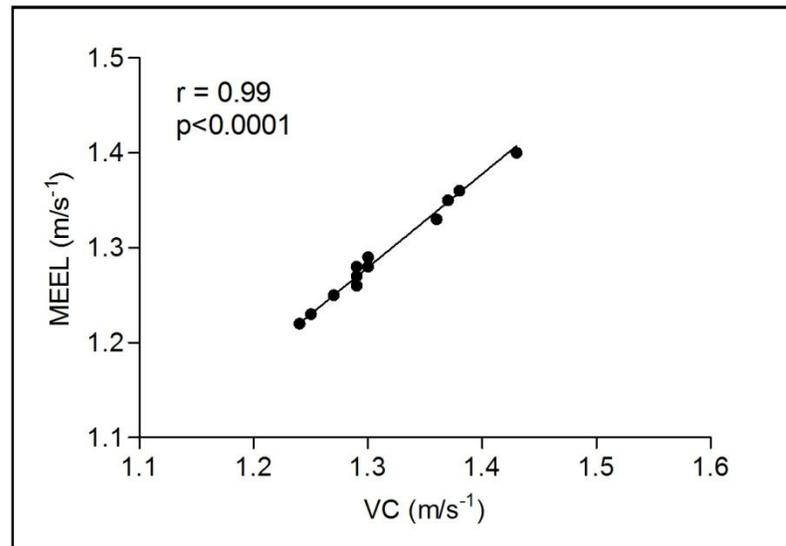


FIGURA 3. Correlação linear de Pearson entre a velocidade crítica (VC) e o máximo estado estável do lactato (MEEL) ($r = 0,99$; $p < 0,0001$).

Na figura 4 são apresentados os valores do lactato sanguíneo obtidos na série de 3 x 4 x 400m nas intensidades de 98, 100 e 102% da VC. A intensidade de exercício que caracteriza o MEEL foi observada na intensidade de 98% ($3,60 \pm 1,05$; $3,76 \pm 1,26$; $3,71 \pm 1,46$; $3,83 \pm 1,56 \text{ mmol.l}^{-1}$). Nas intensidades de 100% e 102% da VC, não foi observada um equilíbrio dinâmico na concentração do lactato sanguíneo: $4,81 \pm 0,99$; $5,33 \pm 2,08$; $5,34 \pm 2,16$; $5,80 \pm 2,50$ e $4,93 \pm 1,41$; $6,20 \pm 2,26$; $7,12 \pm 2,98$; $6,96 \pm 2,80 \text{ mmol.l}^{-1}$, respectivamente para o primeiro, segundo, terceiro e quarto tiro a 100 e 102% da VC. Foram detectadas diferenças significativas somente na comparação da concentração de repouso com os quatro tiros nas três intensidades.

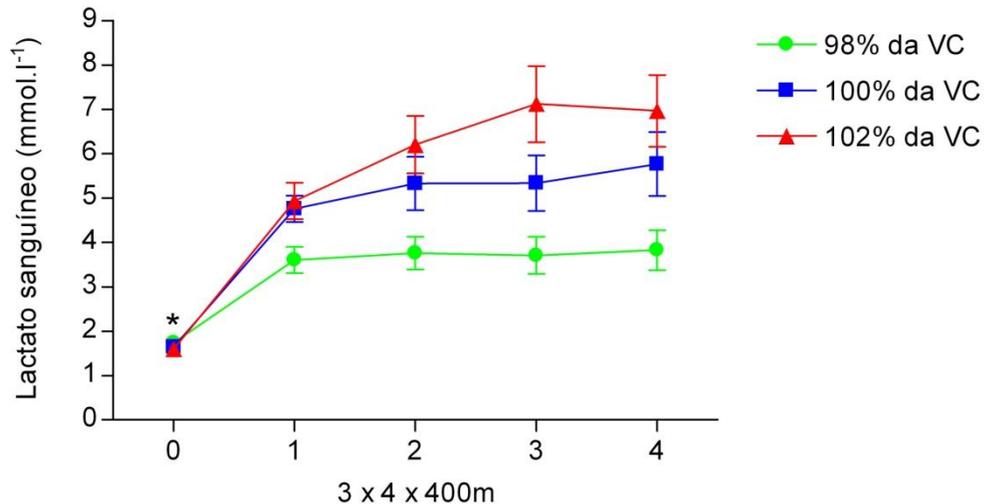


FIGURA 4. Concentração de lactato sanguíneo obtido em quatro tiros de 400m nadados em três velocidades constantes 98%, 100% e 102% da VC, para a determinação do máximo estado estável do lactato. O máximo estado estável do lactato foi observado na intensidade de 98% da VC, com pequena variação na concentração de lactato sanguíneo durante a realização dos quatro tiros. Nas intensidades de 100 e 102% observaram-se aumentos progressivos durante a realização das séries. *Diferença significativa entre a concentração de repouso e todos os tiros realizados nas três intensidades ($P < 0,05$).

Discussão

Estudos com modalidades de predominância aeróbia têm buscado índices que possam avaliar a adaptação ao treinamento, além de possibilitar a prescrição adequada da intensidade do esforço (WELTMAN, 1990; SVEDAHL; MACINTOSH, 2003). A literatura específica tem sugerido índices como o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e o limiar anaeróbio (LAn) (BASSET JR.; HOWLEY, 2000). Contudo, esses métodos ainda são muito onerosos, limitando a sua ampla utilização pelos técnicos. Neste sentido, a VC vem recebendo muita atenção por parte de pesquisadores, principalmente por ser de fácil aplicação e não necessitar de coleta de sangue ou equipamentos sofisticados para sua obtenção.

Os resultados do presente estudo indicam que a intensidade correspondente a VC superestima o MEEL em nadadores adolescentes, não representando a máxima intensidade que pode ser mantida por um longo período de tempo sem um contínuo aumento na concentração de lactato. Embora tenha sido observada diferença significativa entre os métodos, a forte correlação obtida entre eles neste estudo ($r = 0,98$; $p < 0,0001$) concorda com achados prévios e sugere a utilização da VC como um índice de avaliação aeróbia em nadadores (DENADAI & GRECO, 2000; DEKERLE et al, 2005; GRECO & DENADAI, 2005; MELO et al, 2005).

A concentração média de lactato correspondente ao MEEL (observada a 98% da VC) neste estudo foi de $3,73 \pm 1,25 \text{ mmol.l}^{-1}$. O valor abaixo de 4 mmol.l^{-1} encontrado no presente estudo pode estar relacionado ao aspecto maturacional, uma vez que os atletas ainda estão em processo de crescimento e desenvolvimento. Cinco meninos participantes do experimento se encontravam dentro do estágio DG3 e PP3 e um no estágio DG4 e PP4. Em relação às meninas, quatro encontravam-se dentro dos estágios DM4 e PP4 e duas no estágio DM3 e PP3. Os estágios três e quatro indicam a maturação continuada de cada característica,

sendo que, indivíduos nestes estágios são mais difíceis de avaliar, assim como ainda não podem ser considerados maduros (TANNER, 1962). Devido a isso, vem sendo preconizado até os dias atuais o valor de $2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ em crianças da mesma forma que a concentração de 4 mmol.l^{-1} é empregado nos adultos (TOLFREY & ARMSTRONG, 1995). Este fato vem em decorrência de uma menor taxa de glicólise anaeróbia durante a infância, mas que tende a aumentar concomitantemente com a redução da atividade das enzimas oxidativas, com o avanço da idade (ERICKSSON & SALTIN, 1974; PFITZINGER & FREEDSON, 1997). Contudo, os achados do presente estudo foram bem superiores à concentração de $2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ preconizada para crianças por Willians & Armstrong (1991).

Além disso, constatou-se uma grande variação na concentração média correspondente ao LAn em estudos prévios realizados com crianças e adolescentes. Este fato é responsável por gerar dúvidas sobre qual concentração de lactato assumir em estudos com esta população.

Durante a realização de protocolo de esteira, foram encontrados valores de $2,1 \pm 0,05$ e $2,3 \pm 0,06 \text{ mmol.l}^{-1}$ correspondentes ao LAn para meninos e meninas com idade média de 13 anos não treinados (WILLIANS & ARMSTRONG, 1991). Ainda em protocolo de esteira realizado com indivíduos de 11 e 12 anos foram observados valores médios de 4,6 (MOCELIN et al, 1990) e 5 mmol.l^{-1} (MOCELIN et al, 1991). Em indivíduos de 9 a 29 anos verificou-se concentração média de $4,2 \text{ mmol.l}^{-1}$ como correspondente ao MEEL (BENEKE, 1996). Em estudo realizado com nadadores adolescentes, observou-se o valor de 4,52 para os meninos e $4,96 \text{ mmol.l}^{-1}$ para as meninas após a realização do teste de 30 minutos (DOIMO, 1998). Mais recentemente, Toubekis et al, 2006, observaram a concentração de $3,16 \pm 1,20 \text{ mmol.l}^{-1}$ em atletas de natação de 12 e 13 anos. E Greco & Denadai (2005) observaram que o MEEL em nadadores iniciantes encontrava-se na faixa $4,59 \pm 1,62 \text{ mmol.l}^{-1}$. Acredita-se, porém que a

grande variabilidade encontrada na concentração de lactato referente ao MEEL nos diversos estudos abordando esta população deva-se mais à escolha do protocolo de determinação do MEEL do que propriamente do processo de crescimento e desenvolvimento (BENEKE et al, 1996).

Outro fator determinante observado neste estudo foi a grande variação intrapessoal observada na concentração correspondente ao MEEL (2,23 a 6,55 mmol.l⁻¹). Esta variação já havia sido apresentada em estudos prévios que apontaram valores entre 1,4 a 7,5 mmol.l⁻¹ e de 2,1 e 5 mmol.l⁻¹ (STEGMANN et al, 1981; BENEKE, 1996). Os fatos descritos acima, juntamente com a limitação do modelo de concentração fixa do lactato que não considera a cinética do lactato individualmente (STEGMAN et al, 1981), e por seus resultados sofrerem influência da disponibilidade prévia de glicogênio muscular (REILLY & WOODBRIDGE, 1998) fortalecem a utilização do MEEL, sendo este apontado como a melhor forma de identificação do LAn (BENEKE, 2003; BILLAT et al, 2003).

Conclusão

Em conclusão, os resultados do presente estudo indicam que a VC superestima o MEEL no grupo de atletas analisado. Entretanto, a alta correlação encontrada entre os métodos sugerem a utilização da VC de forma fidedigna na prescrição e monitoramento do treinamento desses atletas.

A concentração média de lactato correspondente ao MEEL no presente estudo foi de $3,73 \pm 1,25$ mmol.l⁻¹. Contudo, uma abordagem mais detalhada deve ser realizada com os diferentes protocolos atualmente utilizados na determinação do MEEL nesta população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSETT, D.R.; HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n.1, p.70-84, Jan, 2000.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 27, n. 6, p. 863-7, Jun, 1995.

BENEKE, R.; SCHWARZ, V.; LEITHÄUSER, R.; HÜTLER, M.; DUVILLARD, S.P. Maximal lactate steady state in children. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 8, n. 4, p. 328-36, Nov, 1996.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 1, p. 95-99, Mar, 2003.

BILLAT, V.L.; SIRVENT, P.; PY, G; KORALSZTEIN, J.P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 6, p. 407-26, 2003.

DEKERLE, J.; BARON, B.; DUPONT, L.; VANVELCENAHHER, J.; PELAYO, P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 3-4, p. 281-288, May, 2003.

DEKERLE, J.; PELAYO, P.; CLIPET, B.; DEPRETZ, S.; LEFEVRE, T.; SIDNEY, M. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 26, n. 7, p.524-530, Sep, 2005.

DEKERLE, J.; VANHATALO, A.; BURNLEY, M. Determination of critical power from a single test. **Science & Sports**, 2008 (in press), France, doi: 10.1016/j.scispo.2007.06.015

DENADAI, B.S.; GRECO, C.C.; TEIXEIRA, M. Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 18, n. 10, p. 779-784, Oct, 2000.

DI PRAMPERO, P.E.; DEKERLE, J.; CAPELLI, C.; ZAMPARO, P. The critical velocity in swimming. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 102, n. 2, p. 165-171, Jan 2008.

DOIMO, L.A. Continuous **and intermittent tests of 30 minutes in swimming: relationship with lactate threshold of 4mM**. (Master's Thesis, Sport and Physical Education School, USP), São Paulo, 1998.

ERICKSSON, B.O.; SALTIN, B. Muscle metabolites during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. **Acta Paediatrica Belgica**, Bruxelles, v. 28 (suppl.1):257-265, 1974.

GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Critical speed and endurance capacity in young swimmers: effects of gender and age. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 17, n. 4, p. 353-63, Nov, 2005.

HECK, H.; REINHARDS, G.; MADER, A.; HOLLMANN, W. Maximales Laktat-steady-state und Laktatschwelle bei Kindern [Maximal lactate steady state and lactate threshold in children]. In: **Sportmedizin-Kursbestimmung**, H. Rieckert (Ed.). Heidelberg: Springer-Verlag, 1987, pp. 482-487.

HILL, D.W. The critical power concept. **Sports Medicine**, Auckland, v. 16, n. 4, p. 237-254, Oct, 1993.

HILL, D.W.; STEWARD, R.P.; LANE, C.J. Application of the critical power concept to young swimmers. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 7, p. 281-93, Ago, 1995.

LE CHEVALIER, J.M.; VANDEWALLE, H.; THEPAUT-MATHIEU, C.; STEIN, J.F.; CAPLAN, L. Local critical power is an index of local endurance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, n. 1-2, p. 120-7, Jan, 2000.

MACHADO, M.V.; BATISTA, A.R.; MARQUES, A.C.; BALEIXO, R.; ANDRIES JÚNIOR, O. Influência do intervalo sobre a determinação da velocidade crítica em nadadores. **Revista de Educação Física**, Maringá, v.18 (supl), p.112-115, 2007.

MARTIN, L.; WHYTE, G.P. Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 21, n. 5, p. 366-8, Jul, 2000.

MELO, J.C.; ALTIMARI, L.R.; MORAES, A.C.; BANKOFF, A.; MACHADO, M.V.; OKANO, R.; OKANO, A.H.; et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state in adolescent swimmers? In: ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE, 2003, Salzburg. **Abstract Book of the 8th Annual Congress of the European College of Sport Science**, Salzburg, 2003. p.267.

MOCELLIN, R.; HEUSGEN, M.; KORSTEN-RECK, U. Maximal steady state blood lactate levels in 11-year-old boys. **European Journal of Pediatrics**, Berlin/Heidelberg, v. 149, n. 11, p. 771-73, Ago, 1990.

MOCELLIN, R.; HEUSGEN, M.; GILDEN, H.P. Anaerobic threshold and maximal steady-state blood lactate in prepubertal boys. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin/Heidelberg, v. 62, n. 1, p. 56-60, Jan, 1991.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, Loughborough, v.8, n.3, p.329-338, 1965.

MORITANI, T.; NAGATA, A.; DEVRIES, H.; MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, Loughborough, v.24, n.5, p.339-50, May, 1981.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A.M.; MENDES, O.C.; GOBATTO, C.A. Utilização de métodos invasivos e não invasivos na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.5, p.7-14, 2005.

PFITZINGER, P.; FREEDSON, P. Blood lactate responses to exercise in children: part 2. Peak lactate concentration. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v.9, n.2, p.299-07, 1997.

REILLY, T.; WOODBRIDGE, V. Effects of moderate dietary manipulations on swim performance and on blood lactate-swimming velocity curves. **International Journal of Sports Medicine**, v.20, n.2, p.93-97, 1998.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHINABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 2, n. 3, p. 160-165, Ago, 1981.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal Applied Physiology**, Champain, v. 28, n. 2, p. 299-23, Apr, 2003.

SCHLOSSBERGER, N.M.; TURNER, R.A.; IRWIN, C.E. Validity of self-report of pubertal maturation in early adolescents. **Journal of Adolescent Health**, United States, ,v.13, p.109-13, Mar, 1992.

TANNER JM. **Growth at Adolescence**. Oxford: Blackwell Scientific Publications; ed.1. 1962. 340 p.

TOLFREY, K.; ARMSTRONG, N. Child-adult differences in whole blood lactate responses to incremental treadmill exercise. **British Journal of Sports Medicine**, England, , v.29, n.3, p.196-199, Sept, 1995.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 2, p. 117-23, Feb, 2006.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 2, p. 117-23, Feb, 2006.

WAKAYOSHI, K.; IKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 64, n. 2, p. 153-7, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; KASAI, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y, et al. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 13, n. 5, p. 367-71, Jul, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 66, n. 1, p. 90-5, 1993.

WELTMAN, A.; SNEAD, D.; STEIN, P.; SEIP, R.; SCHURRER, R.; RUTT, R.; et al. Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations, and VO₂max. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 11, n. 1, p. 26-32, Feb, 1990.

WILLIAMS, J.R.; ARMSTRONG, N. Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 3, p. 333-41, Nov, 1991.

6.3 ARTIGO ORIGINAL 3

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DISTÂNCIAS NA DETERMINAÇÃO DA
VELOCIDADE CRÍTICA EM NADADORES**

**THE INFLUENCE OF DIFFERENT DISTANCES ON DETERMINATION OF
CRITICAL VELOCITY IN SWIMMERS**

MACHADO, Marcus Vinicius et al

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a influência da utilização de diferentes combinações de distâncias sobre os valores da Velocidade Crítica (VC) e Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTAn). Participaram do estudo dezenove nadadores com experiência em treinamento na modalidade. A VC foi determinada através do coeficiente angular da reta de regressão linear entre a distância e o tempo obtido em cada repetição. Para a determinação da VC foram utilizadas cinco distâncias (50, 100, 200, 400 e 800m) com intervalo de 24 horas entre elas. Posteriormente foram feitas quatro combinações entre as distâncias: VC1 (50, 100 e 200m), VC2 (100, 200 e 400m), VC3 (200, 400 e 800m) e VC4 (50, 100, 200, 400 e 800m). O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para determinar a normalidade das amostras. Para comparações entre a VC e as diferentes combinações de tiros utilizou-se ANOVA one way ($p < 0,05$). A combinação com distâncias menores (VC1) proporcionou maiores valores da VC ($1,47 \pm 0,13$), causando com isso uma diminuição na CTAn ($11,91 \pm 2,61$). A utilização de tiros de média e longa distância proporcionou um valor mais baixo para a VC ($1,38 \pm 0,10$, $1,34 \pm 0,09$ e $1,36 \pm 0,09$) e maior para a CTAn ($19,84 \pm 6,74$, $27,44 \pm 6,91$ e $18,43 \pm 5,21$) quando comparados com os tiros curtos, respectivamente para VC2, VC3 e VC4. Através dos dados obtidos, conclui-se que a distância dos tiros possui grande influência sobre os valores da VC e da CTAn, podendo com isso superestimar ou subestimar a velocidade correspondente à máxima fase estável do lactato.

PALAVRAS CHAVES: Velocidade Crítica, limiar anaeróbio, natação.

ABSTRACT

The purpose of this study was to check the influence of different distances combinations on the values of Critical Velocity (CV) and Anaerobic Work Capacity (AWC). Nineteen swimmers with experience in this training modality participated on this present study. VC was calculated by the angular coefficient of the straight linear regression between the distance and time of each repetition. For the determination of the VC were used five distances (50, 100, 200, 400 and 800m) with an interval of 24 hours between them. Subsequently were made four combinations between the distances: VC1 (50, 100 and 200m), VC2 (100, 200 and 400m), VC3 (200, 400 and 800m) and VC4 (50, 100, 200, 400 and 800m). The Shapiro - Wilk test was used to determine the normality of the samples. For comparisons between the VC and the different combinations of shots one way ANOVA was used ($p < 0.05$). The combination of smaller distances (VC1) provided an increase on VC values (1.47 ± 0.13) and a decrease in AWC (11.91 ± 2.61). The use of shots of medium and long distance provided a lower value for the VC (1.38 ± 0.10 , 1.34 ± 0.09 and 1.36 ± 0.09) and a greater value for AWC (19.84 ± 6.74 , 27.44 ± 6.91 and 18.43 ± 5.21) when compared with short shots, respectively for VC2, VC3 and VC4. According to these data, it appears that the distance of the shots have a great influence on the values of VC and AWC and may overestimate or underestimate it with a speed corresponding to the maximum steady state of lactate.

KEY WORDS: Critical Velocity, anaerobic threshold, swimming.

INTRODUÇÃO

O conceito de potência crítica (PC) foi sugerido na década de 60 por (MONOD & SCHERRER 1965). Segundo esses autores a PC seria o limite superior de esforço sustentável sem a ocorrência de fadiga. O conceito foi baseado na relação hiperbólica entre a potência realizada (W_{lim}) e seu respectivo tempo de exaustão (t_{lim}) utilizando-se neste estudo grupos musculares isolados durante ações mono-articulares (MONOD & SCHERRER 1965; HILL 1993). Posteriormente, (MORITANI et al., 1981) estenderam o conceito para o ciclismo, encontrando alta correlação com a PC e o limiar anaeróbio determinado por método ventilatório ($r = 0,93$).

No início da década de 90, a metodologia da PC foi aplicada na natação, sendo proposto o termo velocidade crítica (VC) para indicar a velocidade de nado que teoricamente poderia ser mantida por um longo período de tempo sem exaustão (WAKAYOSHI et al., 1992a; WAKAYOSHI et al., 1992b). A partir de então, vários estudos procuraram relacionar a VC com diferentes variáveis aeróbias, e observaram alta correlação entre esse parâmetro e o limiar anaeróbio (WAKAYOSHI et al., 1992a; WAKAYOSHI, 1992b; WAKAYOSHI et al., 1993) e com diferentes limiares de fadiga (La_{FT} , $iEMG_{FT}$, VO_{2FT} e HR_{FT}) (MORITANI et al., 1981; LE CHEVALIER et al., 2000). Contudo, resultados obtidos por meio da PC e da VC, permanecem controversos. Estudos realizados em cicloergômetro demonstraram que a PC superestima em aproximadamente 17% a potência mantida por uma hora de exercício (Smith e Jones, 2001). A PC também superestimou as taxas metabólicas associadas com a máxima fase estável do lactato e as respostas ácido-básicas em ciclista (BULL et al., 2000; BRICKLEY et al., 2002; DEKERLE et al., 2003). Em corredores de provas de 10 km a VC superestimou entre 5 e 10% a velocidade que poderia ser mantida para a distância sem exaustão (HUGHSON et al., 1984), assim como não

correspondeu à velocidade de limiar de lactato em triatletas (MARTIN & WHYTE, 2000). Em nadadores com idades entre 10 e 12 anos, a VC subestimou a velocidade de limiar anaeróbio em aproximadamente 7,16 e 9,14% ($0,84 \pm 0,09$ vs $0,78 \pm 0,25$ e $1,19 \pm 0,11$ vs $1,08 \pm 0,04$ m/s, respectivamente para nadadores iniciantes e treinados) (DENADAI et al., 2000).

Alguns estudos apontam a seleção das cargas como um dos fatores de grande influência na determinação da VC (JENKINS & QUIGLEY 1990; HILL 1993; BISHOP et al., 1998). HOUSH et al (1990) verificaram que a utilização de cargas menos intensas (com isso alcançando uma maior duração de exercício até a exaustão) determinou uma PC menor do que quando se utilizou as cargas mais intensas.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo verificar a influência da utilização de diferentes combinações de distâncias sobre os valores da VC e CTAn em nadadores.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sujeitos

Participaram deste estudo 19 nadadores do sexo masculino, das categorias juvenil a sênior. As características físicas do grupo estudado foram: idade média de $16,22 \pm 3,21$ anos, massa corporal de $57,28 \pm 7,45$ kg, estatura de $172,11 \pm 5,80$ cm e gordura corporal de $8,83 \pm 3,54\%$. Todos os atletas possuíam experiência em treinamento na modalidade ($7,88 \pm 3,91$ anos). Dos nadadores avaliados, nove atletas já integraram a seleção carioca infanto-juvenil, e destes, sete possuíam índices para o Campeonato Brasileiro Absoluto e um possuía participações em Jogos Olímpicos e Pan-Americanos. Os sujeitos estavam no período de treinamento de base composto por seis a dez sessões semanais, percorrendo em média 50.000m por semana. Os

responsáveis pelos indivíduos, após serem esclarecidos sobre as finalidades do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram termo de consentimento para a realização do experimento. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos, sob o número 774/2007.

Procedimentos experimentais

Todos os testes foram realizados em piscina semi-olímpica (25m), com temperatura da água variando entre 26 e 27°C. Os atletas realizaram um aquecimento padrão antes do início dos testes. A metragem foi de aproximadamente de 1500m, nadados em ritmo solto e com exercícios de correção técnica e pernas.

Os sujeitos realizaram cinco tiros máximos, sendo uma tentativa por dia nas seguintes distâncias: 50, 100, 200, 400 e 800m em nado crawl, com intervalo de 24 horas entre eles. Os tiros foram determinados de forma aleatória sempre no início do treinamento. Para a realização dos tiros, os nadadores foram orientados a dar a partida de dentro da piscina, junto à borda. Os tempos foram registrados através de um cronômetro digital (Casio HS-50) com precisão de milésimos de segundos. Posteriormente foram feitas quatro diferentes combinações entre as distâncias para a determinação da VC, sendo elas: VC1 (50, 100 e 200m), VC2 (100, 200 e 400m), VC3 (200, 400 e 800m) e VC4 (50, 100, 200, 400 e 800m).

Determinação da VC e CTAn

A VC e a CTAn foram obtidas através de regressão linear. O coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os tempos obtidos em cada repetição representa a VC (WAKAYOSHI et al., 1992a; WAKAYOSHI ET al., 1992b). O coeficiente linear (prolongamento da reta até o ponto em que toca o eixo y) representa a CTAn (PAPOTI et al., 2005) (Figura 1).

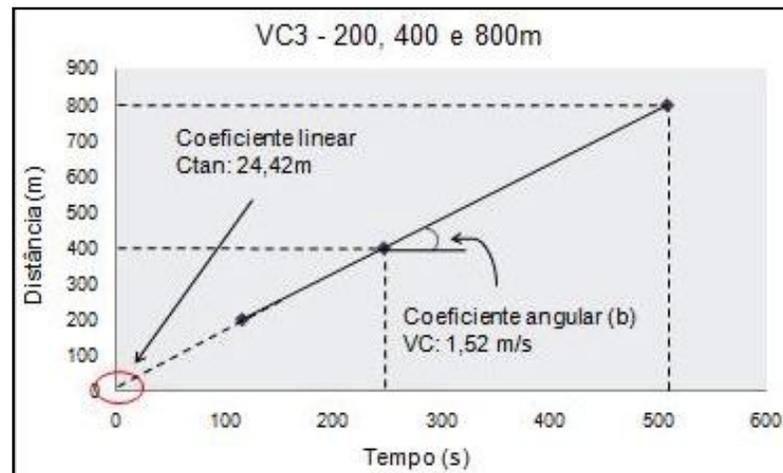


Figura 1. Exemplo do cálculo da velocidade crítica (VC) e capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) por meio de regressão linear em um nadador na combinação das distâncias de 200, 400 e 800m (VC3). O coeficiente angular (b) representa o valor da VC em metros por segundo (m/s). O prolongamento da reta de regressão linear até o ponto em que toca o eixo y representa a CTAn em metros (m).

Análise estatística

Os dados foram tratados mediante estatística descritiva e a constatação de normalidade foi feita através do teste de Shapiro Wilk. Utilizou-se a análise de variância por medidas repetidas (ANOVA – one way) para comparar a VC com as diferentes combinações de distâncias, seguido do Post Hoc de Scheffé. Em todas as situações o nível de significância

adotado foi de $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas através do pacote estatístico STATISTICA 6.0™ (STATSOFT INC., USA) for WINDOWS.

RESULTADOS

Os valores médios dos tempos obtidos nas distâncias utilizadas para a determinação da VC em segundos (s) e em metros por segundo (m/s) são apresentados na tabela 1.

Os valores da velocidade média diminuíram significativamente com o aumento das distâncias percorridas ($p < 0,01$). Observou-se, no entanto, que o percentual de queda diminuiu conforme a distância aumentou (9,13; 7,69; 7,05; 4,13%, respectivamente na comparação de 100, 200, 400 e 800m com a distância anterior).

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão dos tempos obtidos nos tiros máximos de 50, 100, 200, 400 e 800m em segundos (s) e da velocidade em metros por segundo (m/s) do grupo de 19 nadadores avaliados.

Variáveis	50 m	100 m	200 m	400 m	800 m
Tempo (s)	26,92 ± 0,91	59,12 ± 3,33	128,80 ± 8,22	275,86 ± 16,49	574,10 ± 38,12
Velocidade (m/s)	1,86 ± 0,06 ^a	1,69 ± 0,08 ^b	1,56 ± 0,09 ^c	1,45 ± 0,09 ^d	1,39 ± 0,09 ^e

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$)

Os valores médios da VC, CTAn e do coeficiente de determinação obtidos através das quatro combinações de distâncias podem ser visualizados na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão da VC (m/s), da CTAn (m) e do coeficiente de determinação (R^2) para as quatro combinações de tiros utilizadas.

Grupo	VC (m/s)	CTAn (m)	R²
VC1(50, 100 e 200 m)	1,47 ± 0,13 ^a	11,91 ± 2,61 ^a	0,99 ± 0,001
VC2 (100, 200 e 400 m)	1,38 ± 0,10 ^b	19,84 ± 6,74 ^b	0,99 ± 0,001
VC3 (200, 400 e 800 m)	1,34 ± 0,09 ^b	27,44 ± 6,91 ^{b,c}	0,99 ± 0,122
VC4 (50, 100, 200, 400 e 800 m)	1,36 ± 0,09 ^b	18,43 ± 5,21 ^b	0,99 ± 0,001

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

^c $p < 0,01$.

A VC1 foi significativamente maior quando comparada com VC2, VC3 e VC4 ($p < 0,05$). A variação ($\Delta\%$) encontrada entre a VC1 e as outras combinações de VC foi de 6,1; 7,8 e 6,9% respectivamente para VC2, VC3 e VC4. A CTAn determinada através da combinação de distâncias curtas (VC1) foi significativamente menor quando comparada com as outras combinações (VC2, VC3 e VC4) ($p < 0,01$). Também foram encontradas diferenças quando se comparou a VC3 com a VC2 e VC4 ($p < 0,01$). O coeficiente de determinação (R^2) mede o modo de associação de duas variáveis, ou seja, a parcela da distância nadada que é explicada pelo tempo obtido. Neste caso a relação encontrada entre as duas variáveis utilizadas no cálculo da VC e CTAn nas quatro combinações foram altas ($R^2 = 0,99$).

DISCUSSÃO

Alguns estudos apontam que a VC corresponde à intensidade de exercício onde há máxima fase estável do lactato e de VO_2 (GAESSER & POOLE, 1996; GRECO & DENADAI, 2005), entretanto, os resultados do presente estudo demonstram uma grande variabilidade nos valores da VC, fator que pode ser determinante na correspondência entre os métodos.

A combinação de tiros curtos (VC1 - $1,47 \pm 0,13$ m/s) no grupo estudado foi significativamente maior do que as combinações de tiros VC2, VC3 e VC4 ($1,38 \pm 0,10$; $1,34 \pm 0,09$; $1,36 \pm 0,09$ m/s; respectivamente $p < 0,01$). Um comportamento semelhante foi observado por (CALIS & DENADAI, 2000) em estudo realizado em ergômetro de braço com indivíduos não-atletas. Neste estudo a PC foi considerada protocolo-dependente de forma que de quatro cargas preditivas realizadas, a combinação das três mais intensas era significativamente superior ($190 \pm 23,2W$) quando comparada com a combinação de todas as cargas ($184,2 \pm 25,4W$) ou das três menores ($177,5 \pm 29,5W$). Em estudo realizado com jovens nadadores, foram encontradas altas correlações entre a VC e o limiar anaeróbio somente nas combinações de tiros que incluíam a distância de 400 metros (50, 100 e 400m ou 50 e 400m) (TOUBEKIS et al., 2006). Outros estudos realizados com nadadores também encontraram correlações entre a VC e o limiar anaeróbio quando pelo menos um tiro de média ou longa duração estava presente nas cargas preditivas (400, 800 ou 1500m) (WAKAYOSHI et al., 1992a; KOKUBUN, 1996; TOUSSAINT et al., 1998). Esse comportamento do modelo linear também foi evidenciado através de diferentes estímulos de treinamento. Um aumento no $VO_{2máx}$ após oito semanas de treinamento de resistência não causou qualquer alteração na CTAn. No entanto, quando o exercício foi intenso com característica anaeróbia, observou-se aumento no $VO_{2máx}$ e na CTAn, sem alterar, contudo a PC (JENKINS & QUIGLEY, 1990; 1992; 1993). Achados semelhantes foram relatados por (KOKUBUN, 1996), relacionando as melhorias no desempenho ao aumento do LAn, fato que acabou compensando a diminuição na CTAn.

Se a VC é um índice que deve representar a capacidade funcional aeróbia, as cargas preditivas devem permitir um T_{lim} de pelo menos três minutos (CALIS & DENADAI, 2000). Essa influência da seleção das cargas na determinação da VC pode ser explicada pelo efeito da inércia aeróbia, principalmente quando a duração da carga é menor que três minutos

(BISHOP et al., 1998). Para a determinação da VC1 neste estudo, somente as distâncias curtas foram utilizadas (50, 100 e 200m), com tempo de duração máxima de $128,80 \pm 8,22$ segundos. Este foi possivelmente o fator responsável pelas diferenças significativas encontradas com relação a VC2, VC3 e VC4.

A CTAn comportou-se inversamente à VC, em função do grau de inclinação da reta do modelo linear. Neste caso o valor apresentado pela VC1 ($11,91 \pm 2,61$ m) foi significativamente menor em relação a VC2, VC3 e VC4 ($19,84 \pm 6,74$; $27,44 \pm 6,91$; $18,43 \pm 5,21$ m respectivamente). A CTAn na VC3 também foi maior quando comparada com VC2 e VC4 ($p < 0,01$). Esse comportamento já foi demonstrado em estudos onde pequenas alterações no t_{lim} das cargas preditivas mais curtas, influenciaram muito pouco no cálculo da PC. Todavia, estas cargas mais curtas alteram significativamente a estimativa da CTAn (SMITH & HILL, 1993; MIURA et al., 2000). Em outro estudo, foram analisados dois intervalos diferentes entre as cargas preditivas (30 minutos ou 24 horas) e observou-se que um intervalo maior de descanso influenciou o valor da CTAn, sem, no entanto modificar a VC. Provavelmente este achado deve-se a uma melhor recuperação das vias anaeróbias, resultando em tempos menores nas distâncias curtas (50, 100 e 200m) (MACHADO et al., 2007).

Estudo realizado com suplementação de creatina monoidratada apresentou aumento significativo (16%) na CTAn expressa em termos relativos à massa corporal. Neste caso a PC não sofreu qualquer influência da suplementação (SMITH et al., 1998). O mesmo comportamento foi observado em estudo realizado com mulheres suplementadas com creatina monoidratada por cinco dias, onde se observou uma melhoria de 22,1% após a suplementação (ECKERSON et al., 2004).

As informações reunidas no presente estudo indicam que a combinação de tiros de curta duração eleva o valor da VC, promovendo com isso um decréscimo na CTAn, devido à

relação linear do modelo. A utilização de tiros de média e longa duração, no entanto, proporcionaram um efeito contrário, diminuindo a VC e elevando a CTAn.

Apesar da grande variação encontrada nas diferentes combinações de tiros, as altas correlações encontradas entre a VC e diferentes marcadores fisiológicos (WAKAYOSHI et al., 1992a; WAKAYOSHI et al., 1992b; KOKUBUN 1996), sinais eletromiográficos (BULL et al., 2000; LE CHEVALIER et al., 2000) e esforço percebido (NAKAMURA et al., 2005), mostram que a VC é um bom índice para a avaliação da capacidade aeróbia. Contudo, por seus componentes serem sensíveis às variações e adaptações do treinamento, a duração das cargas preditivas deve ser sempre considerada no cálculo da VC e da CTAn.

Considera-se a falta de um acompanhamento da cinética do lactato sanguíneo uma limitação deste estudo. Através deste parâmetro, certamente poderíamos determinar quais das combinações de tiros correspondem efetivamente à velocidade de limiar anaeróbio no grupo estudado.

CONCLUSÃO

As distâncias empregadas na determinação da VC possuem grande influência sobre o seu valor predito e sobre a CTAn, podendo com isso superestimar ou subestimar a velocidade correspondente a máxima fase estável do lactato.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos Daniel Wolokita e Eduardo José Pereira pelo auxílio na realização deste estudo. Agradecem também ao CNPq e a CAPES pelas bolsas outorgadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; HOWARD, A. The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. **International Journal Sports Medicine**. Stuttgart, v. 19, n. 1, p. 125-29, Feb, 1998.

BULL, A.J.; HOUSH, T.J.; JOHNSON, G.O.; PERRY, S.R. Effect of mathematical modeling on the estimation of critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n. 2, p. 526-530, Feb, 2000.

BRICKLEY, G.; DOUST, J.; WILLIAMS, C.A. Physiological responses during exercise to exhaustion at critical power. **European Journal of Applied Physiology**. Berlin, v. 88, n. 1-2, p. 146-151, Nov, 2002.

CALIS, J.F.; DENADAI, B.S. Influência das cargas selecionadas na determinação da potência crítica determinada no ergômetro de braço em dois modelos lineares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Pulo, v. 6, n. 1, p. 1-4, Jan/Fev, 2000.

DENADAI, B.S.; GRECO, C.C.; TEIXEIRA, M. Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 18, n. 10, p. 779-784, Oct, 2000.

DEKERLE, J.; BARON, B.; DUPONT, L.; VANVELCENAHHER, J.; PELAYO, P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 3-4, p. 281-288, May, 2003.

ECKERSON, J.M.; STOUT, J.R.; MOORE, G.A.; STONE, N.J.; NISHIMURA, K.; TAMURA, K. Effect of two and five days of creatine loading on anaerobic working capacity in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n. 1, p. 168-73, Feb, 2004.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Baltimore, v. 24, p. 35-71, 1996.

GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Critical speed and endurance capacity in young swimmers: effects of gender and age. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 17, n. 4, p. 353-63, Nov, 2005.

HILL, D.W. The critical power concept. **Sports Medicine**, Auckland, v. 16, n. 4, p. 237-254, Oct, 1993.

HOUSH, D.J.; HOUSH, T.J.; BAUGE, S.M. A methodological consideration for the determination of critical power and anaerobic work capacity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v. 61, n. 4, p. 406-409, Dec, 1990.

HUGHSON, R.L.; OROK, C.J.; STENDT, L.E. A high velocity treadmill running test to assess endurance running potential. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 5, n. 1, p. 23-25, Feb, 1984.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 61, n. 3-4, p. 278-83, 1990.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. Endurance training enhances critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 11, p. 1283-9, Nov, 1992.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. The influence of high-intensity exercise training on the Wlim-Tlim relationship. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 25, n. 2, p. 275-82, Feb, 1993.

KOKUBUN E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 5-20, 1996.

LE CHEVALIER, J.M.; VANDEWALLE, H.; THEPAUT-MATHIEU, C.; STEIN, J.F.; CAPLAN, L. Local critical power is an index of local endurance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, n. 1-2, p. 120-7, Jan, 2000.

MACHADO, M.V.; BATISTA, A.R.; MARQUES, A.C.; BALEIXO, R.; ANDRIES JÚNIOR, O. Influência do intervalo sobre a determinação da velocidade crítica em nadadores. **Revista de Educação Física**, Maringá, v.18 (supl), p.112-115, 2007.

MARTIN, L.; WHYTE, G.P. Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 21, n. 5, p. 366-8, Jul, 2000.

MIURA, A.; SATO, H.; SATO, H.; WHIPP, B.J.; FUKUBA, Y. The effect of glycogen depletion on the curvature constant parameter of the power-duration curve for cycle ergometry. **Ergonomics**, Loughborough, v. 43, n. 1, p. 133-41, Jan, 2000.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, Loughborough, v.8, n.3, p.329-338, 1965.

MORITANI, T.; NAGATA, A.; DEVRIES, H.; MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, Loughborough, v.24, n.5, p.339-50, May, 1981.

NAKAMURA, F.Y.; GANCEDO, M.R.; SILVA, L.A.; LIMA, J.R, KOKUBUN, E. Utilização do esforço percebido na determinação da velocidade crítica em corrida aquática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-5, Jan/Fev, 2005.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A.M.; MENDES, O.C.; GOBATTO, C.A. Utilização de métodos invasivos e não invasivos na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.5, p.7-14, 2005.

SMITH, C.G.; JONES, A.M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turn point velocity in runners. **European Journal of Applied Physiology**. Berlin, v. 85, n. 1, p. 19-26, Jul, 2001.

SMITH, J.C.; HILL, D.W. Stability of parameter estimates derived from the power/time relationship. **Canadian Journal Applied Physiology**, Champain, v. 18, n. 1, p. 43-7, Mar, 1993.

SMITH, J.C.; STEPHENS, D.P.; HALL, E.L.; JACKSON, A.W.; EARNEST, C.P. Effect of oral creatine ingestion on parameters of work-time relationship and time to exhaustion in high-intensity cycling. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 77, n. 4, p. 360-65, Mar, 1998.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 2, p. 117-23, Feb, 2006.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 2, p. 117-23, Feb, 2006.

WAKAYOSHI, K.; IKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 64, n. 2, p. 153-7, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; KASAI, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y., et al. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 13, n. 5, p. 367-71, Jul, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 66, n. 1, p. 90-5, 1993.

Conclusões Gerais

Através dos resultados obtidos, conclui-se que 12 semanas de treinamento foram suficientes para promover um aumento na VC. Contudo, apesar de não ter promovido um aumento significativo no LAN entre os momentos, a diminuição da concentração média de lactato no momento pós-experimental demonstrou uma maior eficiência do sistema aeróbio, promovendo com isso um menor desgaste durante a realização dos testes.

A VC não corresponde ao MEEL em nadadores adolescentes de elite. Contudo, a alta correlação encontrada entre os métodos sugerem a utilização da VC de forma fidedigna na prescrição e monitoramento do treinamento desses atletas.

As distâncias empregadas na determinação da VC possuem grande influência sobre o seu valor predito e sobre a CTAn, podendo com isso superestimar ou subestimar a velocidade correspondente ao MEEL.

Referências gerais

BARSTOW, T.J.; CASBURI, R.; WASSERMAN, K. O₂ uptake kinetics and the O₂ deficit as related to exercise intensity and blood lactate. **Journal of Applied Physiology**, v.75 (supl.2), p. 755, 1993.

BASSETT, D.R.; HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n.1, p.70-84, Jan, 2000.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 27, n. 6, p. 863-7, Jun, 1995.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 1, p. 95-99, Mar, 2003.

BERGMAN, B.C.; WOLFEL, E.E.; BUTTERFIELD, G.E.; LOPASCHUK, G.D.; CASAZZA, G.A.; HORNING, M.A.; et al. Active muscle and whole body lactate kinetics after endurance training in men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 87, n. 5, p. 1684-96, Nov, 1999.

BENEKE, R.; SCHWARZ, V.; LEITHÄUSER, R.; HÜTLER, M.; DUVILLARD, S.P. Maximal lactate steady state in children. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 8, n. 4, p. 328-36, Nov, 1996.

BILLAT, V.L.; SIRVENT, P.; PY, G; KORALSZTEIN, J.P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 6, p. 407-26, 2003.

BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 25, n. 1, p. 68-72, Jan, 2004.

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; HOWARD, A. The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. **International Journal Sports Medicine**. Stuttgart, v. 19, n. 1, p. 125-29, Feb, 1998.

BULL, A.J.; HOUSH, T.J.; JOHNSON, G.O.; PERRY, S.R. Effect of mathematical modeling on the estimation of critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n. 2, p. 526-530, Feb, 2000.

BULL, A.J.; HOUSH, T.J.; JOHNSON, G.O.; RANA, S.R. Physiological responses at five estimates of critical velocity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, p. 711-720, 2008.

BRICKLEY, G.; DOUST, J.; WILLIAMS, C.A. Physiological responses during exercise to exhaustion at critical power. **European Journal of Applied Physiology**. Berlin, v. 88, n. 1-2, p. 146-151, Nov, 2002.

CALIS, J.F.; DENADAI, B.S. Influência das cargas selecionadas na determinação da potência crítica determinada no ergômetro de braço em dois modelos lineares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 1-4, Jan/Fev, 2000.

DEKERLE, J.; BARON, B.; DUPONT, L.; VANVELCENAHHER, J.; PELAYO, P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 3-4, p. 281-288, May, 2003.

DEKERLE, J.; PELAYO, P.; CLIPET, B.; DEPRETZ, S.; LEFEVRE, T.; SIDNEY, M. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 26, n. 7, p.524-530, Sep, 2005.

DEKERLE, J.; VANHATALO, A.; BURNLEY, M. Determination of critical power from a single test. **Science & Sports**, 2008 (in press), France, doi: 10.1016/j.scispo.2007.06.015

DENADAI, B.S.; GRECO, C.C.; TEIXEIRA, M. Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 18, n. 10, p. 779-784, Oct, 2000.

DI PRAMPERO, P.E.; DEKERLE, J.; CAPELLI, C.; ZAMPARO, P. The critical velocity in swimming. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 102, n. 2, p. 165-171, Jan 2008.

DOIMO, L.A. Continuous **and intermittent tests of 30 minutes in swimming: relationship with lactate threshold of 4mM**. (Master's Thesis, Sport and Physical Education School, USP), São Paulo, 1998.

DONAVAN, C.M.; BROOKS, G.A. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **The American Journal of Physiology**, v.244, n.1, p.83-92, 1983.

ECKERSON, J.M.; STOUT, J.R.; MOORE, G.A.; STONE, N.J.; NISHIMURA, K.; TAMURA, K. Effect of two and five days of creatine loading on anaerobic working capacity in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n. 1, p. 168-73, Feb, 2004.

ERICKSSON, B.O.; SALTIN, B. Muscle metabolites during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. **Acta Paediatrica Belgica**, Bruxelles, v. 28 (suppl.1):257-265, 1974.

GAESSER, G.A.; WILSON, L.A. Effect of continuous and interval training on the parameters of the power-endurance time relationship for high-intensity exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.9, p.417-421, 1988.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Baltimore, v. 24, p. 35-71, 1996.

GORDON, C.C.; CHUMELA, W.C.; ROCHE, A.F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTOREL R. **Antropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988, p.3-8.

GRECO, C.C.; DENADAI, B.S.; PELIGRINOTTI, I.L.; FREITAS, A.B.; GOMIDE, E. Limiar anaeróbio 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**, São Paulo, v.9, n.1, p.1-7, 2003.

GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Critical speed and endurance capacity in young swimmers: effects of gender and age. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 17, n. 4, p. 353-63, Nov, 2005.

GRECO, C.C.; CAPUTO, F.; DENADAI, B.S. Critical power and maximal oxygen uptake: Estimating the upper limit of the severe domain, a new challenge? **Science & Sports**, 2008 (in press), doi: 10.1016/j.scispo.2007.06.008

HARRSON, G.C.; BUSKIRK, E.R.; CARTER, J.E.L.; JOHNSTON, F.E.; LOHMAN, T.G.; POLOCK, M.L.; et al. Skinfold thickness and measurement technique. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTOREL, R. **Antropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988, p.55-80.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, S.; HOLLMANN, W. Justification of the 4 mmol·l⁻¹ lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, p. 117-130, 1985.

HECK, H.; REINHARDS, G.; MADER, A.; HOLLMANN, W. Maximales Laktat-steady-state und Laktatschwelle bei Kindern [Maximal lactate steady state and lactate threshold in children]. In: **Sportmedizin-Kursbestimmung**, H . Rieckert (Ed.). Heidelberg: Springer-Verlag, 1987, pp. 482-487.

HILL, D.W. The critical power concept. **Sports Medicine**, Auckland, v. 16, n. 4, p. 237-254, Oct, 1993.

HILL, D.W.; STEWARD, R.P.; LANE, C.J. Application of the critical power concept to young swimmers. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 7,p. 281-93, Ago, 1995.

HOOPER, S.L.; MACKINNON, L.T.; GINN, E.M. Effects of three tapering techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 78, n. 3, p. 258-63, Aug, 1998.

HOUSH, D.J.; HOUSH, T.J.; BAUGE, S.M. A methodological consideration for the determination of critical power and anaerobic work capacity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington,v. 61, n. 4, p. 406-409, Dec, 1990.

HUGHSON, R.L.; OROK, C.J.; STENDT, L.E. A high velocity treadmill running test to assess endurance running potential. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 5, n. 1, p. 23-25, Feb, 1984.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 61, n. 3-4, p. 278-83, 1990.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. Endurance training enhances critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 11, p. 1283-9, Nov, 1992.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. The influence of high-intensity exercise training on the Wlim-Tlim relationship. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 25, n. 2, p. 275-82, Feb, 1993.

JOHNS, R.A.; HOUMARD, J.A.; KOBE, R.W.; HORTOBAGYI, T. BRUNO, N.J.; WELLS, J.M.; et al. Effects of taper on swim power, stroke distance, and performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 10, p. 1141-6, Oct, 1992.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobi transition for determination of work load intensities during endurance training. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 42, p. 25-34, 1979.

KOKUBUN E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 5-20, 1996.

LE CHEVALIER, J.M.; VANDEWALLE, H.; THEPAUT-MATHIEU, C.; STEIN, J.F.; CAPLAN, L. Local critical power is an index of local endurance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, n. 1-2, p. 120-7, Jan, 2000.

LONDEREE, B.R. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 29, n. 6, p. 837-43, Jun, 1997.

MACHADO, M.V.; BATISTA, A.R.; MARQUES, A.C.; BALEIXO, R.; ANDRIES JÚNIOR, O. Influência do intervalo sobre a determinação da velocidade crítica em nadadores. **Revista de Educação Física**, Maringá, v.18 (supl), p.112-115, 2007.

MACHADO, M.V.; ALTIMARI, J.C.; ALTIMARI, L.R. Comparação entre a velocidade de lactato mínimo e velocidade crítica em nadadores adolescentes do sexo masculino. **Revista de Educação Física**, v.18 (supl), p.58-62, 2007.

MAGLISCHO, E.W. **Nadando ainda mais rápido**. Editora Manole, São Paulo, 1999 – 1ª Edição.

MARTIN, D.T.; SCIFRES, J.C.; ZIMMERMAN, S.D.; WILKINSON, J.G. Effects of interval training and a taper on cycling performance and isokinetic leg strength. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 15, n. 8, p. 485-91, Nov, 1994.

MARTIN, L.; WHYTE, G.P. Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 21, n. 5, p. 366-8, Jul, 2000.

McLELLAN, T.M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, p.30-35, 1985.

McLELLAN, T.M.; CHEUNG, K.S. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.24, n.5, p.543-550, 1992.

MELO, J.C.; ALTIMARI, L.R.; MORAES, A.C.; BANKOFF, A.; MACHADO, M.V.; OKANO, R.; OKANO, A.H.; et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state in adolescent swimmers? In: ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE, 2003, Salzburg. **Abstract Book of the 8th Annual Congress of the European College of Sport Science**, Salzburg, 2003. p.267.

MIURA, A.; SATO, H.; SATO, H.; WHIPP, B.J.; FUKUBA, Y. The effect of glycogen depletion on the curvature constant parameter of the power-duration curve for cycle ergometry. **Ergonomics**, Loughborough, v. 43, n. 1, p. 133-41, Jan, 2000.

MOCELLIN, R.; HEUSGEN, M.; KORSTEN-RECK, U. Maximal steady state blood lactate levels in 11-year-old boys. **European Journal of Pediatrics**, Berlin/Heidelberg, v. 149, n. 11, p. 771-73, Ago, 1990.

MOCELLIN, R.; HEUSGEN, M.; GILDEN, H.P. Anaerobic threshold and maximal steady-state blood lactate in prepubertal boys. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin/Heidelberg, v. 62, n. 1, p. 56-60, Jan, 1991.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, Loughborough, v.8, n.3, p.329-338, 1965.

MUJIKKA, I. The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 19, n. 7, p. 439-46, Oct, 1998.

MORITANI, T.; NAGATA, A.; DEVRIES, H.; MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, Loughborough, v.24, n.5, p.339-50, May, 1981.

MORTON, R.H. The critical power and related whole-body bioenergetic models. **European Journal of Applied Physiology**, v. 96, p. 339-54, 2006.

NAKAMURA, F.Y.; GANCEDO, M.R.; SILVA, L.A.; LIMA, J.R, KOKUBUN, E. Utilização do esforço percebido na determinação da velocidade crítica em corrida aquática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-5, Jan/Fev, 2005.

NAKAMURA, F.Y.; CYRINO, E.S.; BORGES, T.O.; OKANO, A.H.; MELO, J.C.; FONTES, E.B. Variação dos parâmetros do modelo de potência crítica em resposta a treinamento de canoagem. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 8, n. 2, p. 05-12, 2006.

NAKAMURA, F.Y.; PEREIRA, G.; HILL, D.W.; BERTHOIN, S.; KOKUBUN, E. There is no anaerobic work capacity replenishment at critical power intensity: An indirect evidence. **Science & Sports**, 2008 (in press), doi: 10.1016/j.scispo.2007.06.011.

NEUFER, P.D.; COSTILL, D.L.; FIELDING, R.A.; FLYNN, M.G.; KIRWAN, J.P. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 19, n. 5, p. 486-90, Oct, 1987.

OVEREND, T.J.; CUNNINGHAN, D.A.; PATERSON, D.H.; SMITH, W.D. Physiological responses of young and elderly men to prolonged exercise at critical power. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.64, n.2, p.187-193, 1992.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A.M.; MENDES, O.C.; GOBATTO, C.A. Utilização de métodos invasivos e não invasivos na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.5, p.7-14, 2005.

PFITZINGER, P.; FREEDSON, P. Blood lactate responses to exercise in children: part 2. Peak lactate concentration. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 9, n. 2, p. 299-07, 1997.

PHILP, A.; MACDONALD, A.L.; CARTER, H.; WATT, P.W.; PRINGLE, J.S. Maximal lactate steady state as a training stimulus. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 29, n. 6, p. 475-9, Jun, 2008.

POOLE, D.C.; WARD, S.A.; WHIPP, B.J. The effect of training on the metabolic and respiratory profile of high-intensity cycle ergometer exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 59, p. 421-29, 1990.

REILLY, T.; WOODBRIDGE, V. Effects of moderate dietary manipulations on swim performance and on blood lactate-swimming velocity curves. **International Journal of Sports Medicine**, v.20, n.2, p.93-97, 1998.

SCHEUERMANN, B.W.; BARSTOW, T.J. O₂ uptake kinetics during exercise at peak O₂ uptake. **Journal of Applied Physiology**, v. 25, p. 2014-22, 2003.

SCHLOSSBERGER, N.M.; TURNER, R.A.; IRWIN, C.E. Validity of self-report of pubertal maturation in early adolescents. **Journal of Adolescent Health**, United States, v. 13, p. 109-13, Mar, 1992.

SMITH, J.C.; HILL, D.W. Stability of parameter estimates derived from the power/time relationship. **Canadian Journal Applied Physiology**, Champaign, v. 18, n. 1, p. 43-7, Mar, 1993.

SMITH, J.C.; STEPHENS, D.P.; HALL, E.L.; JACKSON, A.W.; EARNEST, C.P. Effect of oral creatine ingestion on parameters of work-time relationship and time to exhaustion in high-intensity cycling. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 77, n. 4, p. 360-65, Mar, 1998.

SMITH, C.G.; JONES, A.M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turn point velocity in runners. **European Journal of Applied Physiology**. Berlin, v. 85, n. 1, p. 19-26, Jul, 2001.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHINABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 2, n. 3, p. 160-165, Ago, 1981.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal Applied Physiology**, Champaign, v. 28, n. 2, p. 299-23, Apr, 2003.

TANNER JM. **Growth at Adolescence**. Oxford: Blackwell Scientific Publications; ed.1. 1962. 340 p.

THORLAND, W.G.; JOHNSON, G.O.; THARP, G.D.; HOUSH, T.J.; CISAR, C.J. Estimation of body density in adolescent athletes. **Human Biology**, v.56, n.3, p.439-448, 1984.

TOLFREY, K.; ARMSTRONG, N. Child-adult differences in whole blood lactate responses to incremental treadmill exercise. **British Journal of Sports Medicine**, England, v.29, n.3, p.196-199, Sept, 1995.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 2, p. 117-23, Feb, 2006.

TOUSSAINT, H.M.; WAKAYOSHI, K.; HOLLANDER, A.P.; OGITA, F. Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 30, n. 1, p. 144-51, Jan, 1998.

TRINITY, J.D.; PAHNKE, M.D.; STERKEL, J.A.; COYLE, E.F. Maximal power and performance during a swim taper. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 29, n. 6, p. 500-6, Jun, 2008.

URHAUSEN, A.; COEN, B.; WEILER, B.; KINDERMAN, W. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. **International Journal of Sports Medicine**, v. 14, p. 134-139, 1993.

VANHATALO, A.; DOUST, J.H.; BURNLEY, M. Determination of critical power using a 3-min all-out cycling test. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 39, n. 3, p. 548-55, Mar, 2007.

VOBJEDA, C.; FROMME, K.; SAMSON, W.; ZIMMERMANN, E. Maximal constant heart rate – A heart rate based method to estimate maximal lactate steady state in running. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, p. 368-372, Jul, 2005.

WAKAYOSHI, K.; IKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 64, n. 2, p. 153-7, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; KASAI, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y., et al. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 13, n. 5, p. 367-71, Jul, 1992.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 66, n. 1, p. 90-5, 1993.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; IKUTA, Y.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Adaptations to six months of aerobic swim training. Changes in velocity, stroke rate, stroke length and blood lactate. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 14, n. 7, p. 368-72, Oct, 1993.

WASSERMAN, K.; McLLORY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **The American Journal of Cardiology**, v.14, p.844-852, 1964.

WELTMAN, A.; SNEAD, D.; STEIN, P.; SEIP, R.; SCHURRER, R.; RUTT, R.; et al. Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations, and VO₂max. **International Journal of Sports and Medicine**, Stuttgart, v. 11, n. 1, p. 26-32, Feb, 1990.

WHIPP, B.J.; WARD, S.A.; Physiological determinants of pulmonary gas exchange kinetics during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 22, n. 1, p. 62-71, 1990.

WILLIAMS, J.R.; ARMSTRONG, N. Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. **Pediatric Exercise Science**, Exeter, v. 3, p. 333-41, Nov, 1991.

APÊNDICES

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Este termo de consentimento foi elaborado de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, sobre Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, tendo sido aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp sob o número: 774/2007.

PROPOSTA: EFEITO DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO SOBRE A VELOCIDADE CRÍTICA E O LIMIAR ANAERÓBIO EM NADADORES.

1. EXPLICAÇÃO DO PROJETO

Os testes abaixo descritos são referendados na bibliografia e visam determinar uma intensidade de treinamento conhecida como limiar anaeróbio (LAn).

Entretanto, a determinação deste índice, requer grande investimento em equipamentos, sendo também indispensável à participação de pessoas especializadas e a coleta sanguínea para análise de lactato. Neste sentido a velocidade crítica (VC) surge como uma alternativa para o monitoramento da progressão do treinamento, sem a necessidade de coleta de sangue.

A VC é um conceito teórico que pressupõe a existência de uma relação linear entre o trabalho total realizado e seu correspondente tempo de exaustão, ou seja, a sua intensidade tem grande correlação com a intensidade do LAn. Além de ser de fácil aplicação, a avaliação pode ser feita durante as sessões de treinamento, podendo ser realizada com um grande número

de atletas ao mesmo tempo, não é um método invasivo, possibilitando aplicação periódica e em grupos especiais como crianças.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo verificar a influência de doze semanas de treinamento sobre a velocidade crítica (VC) e o limiar anaeróbio em atletas de natação.

Verificar a influência da utilização de diferentes combinações nos tiros na determinação da VC.

3. JUSTIFICATIVA

Após surpreendentes avanços no campo da fisiologia do esforço, numerosos métodos diretos e indiretos vêm sendo propostos para demarcar a intensidade correspondente ao ponto de transição do exercício moderado para o intenso.

O modelo da VC é hoje utilizado em modalidades como natação, canoagem, ciclismo e corrida. Este método se destaca principalmente por ser de fácil aplicação, além disso, é um método de baixo custo operacional e tem demonstrado ser adequado para a avaliação de grandes grupos de atletas, independente da fase do treinamento, do gênero e da idade.

Os dados obtidos no presente estudo poderão dar suporte à teoria formulada a respeito da concordância e reprodutibilidade da VC em relação ao LAn.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

1ª Fase – Determinação da Velocidade Crítica: Cada atleta realizará cinco tiros máximos nas distâncias de 50, 100, 200, 400 e 800 metros nado “crawl”, com 24 horas de intervalo entre cada tiro, com apenas os registros dos respectivos tempos de cada distância.

2ª Fase - Determinação da velocidade de limiar anaeróbio: Os atletas realizarão 3 séries de 5 tiros de 400 metros, com intervalo de 48 horas entre as séries. Serão realizadas coletas de sangue ao final do repouso e após a realização de cada tiro, sendo coletados 25 µl de sangue arterializado do dedo, através de um capilar heparinizado e calibrado (totalizando nove coletas).

3ª Fase - Avaliação Antropométrica: Os atletas serão submetidos às avaliações das medidas de peso, estatura, espessura de dobras cutâneas (% de gordura), circunferência e diâmetros ósseos.

4ª Fase – Verificação do efeito de 12 semanas de treinamento sobre a Velocidade Crítica e o Limiar Anaeróbio. Esta fase será finalizada com a repetição do teste de limiar anaeróbio, possibilitando com isso a comparação pré e pós-intervenção.

Coleta de sangue para dosagem de Lactato: As coletas serão realizadas em local isolado e preparado, com todos os cuidados de assepsia necessários e por profissional capacitado e habilitado, o que torna os riscos da coleta de sangue praticamente nulos.

Para o lactato serão coletados 25 µL de sangue através de capilares por um pequeno furo no lóbulo da orelha.

- ✓ Todos os utensílios utilizados serão descartáveis.
- ✓ Durante todo experimento serão realizadas em média 20 coletas de sangue para cada atleta.

- ✓ Os diferentes exames laboratoriais no sangue serão feitos por técnicas rotineiras (através de kits próprios para máquina automatizada de análises clínicas).

4. Possíveis efeitos colaterais

Pesquisas realizadas com os protocolos da Velocidade Crítica e de limiar anaeróbio relatam que os possíveis efeitos colaterais são decorrentes principalmente da intensidade dos tiros, causando ocasionalmente cefaléia (dor de cabeça) e vômito. Existe também um pequeno desconforto com a perfuração do lóbulo da orelha para a coleta de 25 µl de sangue para a análise de lactato sanguíneo.

ATENÇÃO:

- ✓ Resposta a qualquer pergunta, esclarecimento de qualquer dúvida em relação à metodologia e acesso aos resultados poderá ser feito pessoalmente por telefone: (XX) XXXX-XXXX, ou por e-mail:
- ✓ **A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária.** Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa da FCM (Faculdade de Ciências Médicas) - UNICAMP. CP: 6111 – Rua Tessália Oliveira de Camargo, 126- Cidade Universitária Zeferino Vaz – CEP: 13.083-970 - Campinas – SP. Fone: (19) 3521-8936.

Campinas, ____ de _____ de 2008

- Responsável pelo Projeto: Marcus Vinicius Machado

- Orientador do Projeto: Prof. Dr. Orival Andries Júnior

Liberdade de Consentimento

Eu _____ declaro ter compreendido os procedimentos desse estudo, sendo assim, estou de acordo em participar deste experimento.

RG e Assinatura do Responsável

ANEXOS

ANEXO 1: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 27/11/07.
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 774/2007 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0562.0.146.000-07

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “INFLUÊNCIA DE 8 SEMANAS DE TRATAMENTO EM INTENSIDADE CORRESPONDENTE A VELOCIDADE CRÍTICA SOBRE O LIMIAR ANAERÓBIO EM NADADORES”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Marcus Vinicius Machado

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Educação Física - UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 11/10/2007

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 27/11/08 (O formulário encontra-se no *site* acima)

II - OBJETIVOS

Verificar a influência de 8 semanas de treinamento em intensidade correspondente a velocidade crítica sobre o limiar anaeróbio em nadadores da cidade do Rio de Janeiro e verificar o erro padrão de estimativa do método da velocidade crítica (VC).

III - SUMÁRIO

Este é um Projeto de Pesquisa com requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência do Desporto. As avaliações serão realizadas nas dependências da Faculdade de Educação Física da UNICAMP. Farão parte do estudo vinte nadadores com idades entre 17 e 21 anos, de ambos os sexos, integrantes de uma equipe de natação. Participarão deste estudo alguns sujeitos menores de 18 anos pelo fato destes integrarem a equipe de atletas a qual será analisada pelo estudo. Contudo, somente participarão aqueles que forem devidamente autorizados pelos responsáveis. A velocidade crítica (VC) será determinada através de cinco coordenadas (50,100,200,400 e 800m) com intervalo de 24 horas entre eles. A velocidade de Limiar Anaeróbio, será determinada em dois momentos: Pré e pós-protocolo de treinamento de 8 semanas. Serão realizadas em média 20 coletas de sangue para cada atleta para dosagem de lactato. Será coletado 25 uL de sangue através de capilares por um pequeno furo no lóbulo da orelha. Estas coletas serão realizadas nas dependências da piscina da FEC/UNICAMP, em local isolado e preparado, com todos os cuidados de assepsia necessários e por profissional capacitado e habilitado.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Os dados obtidos no presente estudo poderão dar suporte à teoria formulada a respeito da concordância e reprodutibilidade da VC em relação ao Lan. A estrutura do protocolo esta metodologicamente adequada, com os procedimentos, métodos, riscos e benefícios, bem descrito no protocolo. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido está claro e com critérios bem

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

ANEXO 1 - CONTINUAÇÃO: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

definidos. Apresenta-se orçamento detalhado. O apoio financeiro será solicitado a FAPESP.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na XI Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 27 de novembro de 2.007.

Carmen S. Bertuzzo
Profa. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br