

# Índices técnicos correspondentes à velocidade crítica e à máxima velocidade de 30 minutos em nadadores com diferentes níveis de *performance* aeróbia\*

Jailton Gregório Pelarigo, Tiago Rezende Figueira, Luiz Augusto Buoro Perandini, Benedito Sérgio Denadai e Camila Coelho Greco

## RESUMO

O principal objetivo deste estudo foi verificar o efeito do nível de *performance* aeróbia na relação entre os índices técnicos correspondentes à velocidade crítica (VC) e à velocidade máxima de 30 minutos (V30) em nadadores. Participaram deste estudo, 23 nadadores do gênero masculino com características antropométricas similares, divididos segundo o nível de *performance* aeróbia em grupo G1 (maior *performance*) ( $n = 13$ ) e G2 (menor *performance*) ( $n = 10$ ). Os indivíduos tinham pelo menos quatro anos de experiência no esporte e treinavam um volume semanal de 30.000 a 45.000m. A VC foi determinada através do coeficiente angular da regressão linear entre as distâncias (200 e 400m) e seus respectivos tempos. A V30 foi determinada através da máxima distância realizada em um teste de 30 minutos. Todas as variáveis foram determinadas no nado *crawl*. A VC foi significativamente maior do que a V30 no grupo G1 ( $1,30 \pm 0,04$  vs.  $1,23 \pm 0,06$  m.s<sup>-1</sup>) e no G2 ( $1,17 \pm 0,08$  vs.  $1,07 \pm 0,06$  m.s<sup>-1</sup>). As duas variáveis foram maiores no grupo G1. As taxas de braçada correspondentes à VC (TBVC) e à V30 (TBV30) obtidas nos grupos G1 ( $33,07 \pm 4,34$  vs.  $31,38 \pm 4,15$  ciclos.min<sup>-1</sup>) e G2 ( $35,57 \pm 6,52$  vs.  $33,54 \pm 5,89$  ciclos.min<sup>-1</sup>) foram similares entre si. A TBVC foi significativamente menor no grupo 1 do que no grupo 2, enquanto que a TBV30 não foi diferente entre os grupos. Os comprimentos de braçada correspondentes à VC (CBVC) e à V30 (CBV30) foram significativamente maiores no grupo G1 ( $2,41 \pm 0,33$  vs.  $2,38 \pm 0,30$  m.ciclo<sup>-1</sup>) do que no G2 ( $2,04 \pm 0,43$  vs.  $1,97 \pm 0,40$  m.ciclo<sup>-1</sup>), e similares entre si nos dois grupos. As correlações ( $r$ ) entre a VC e a V30 e as variáveis técnicas correspondentes às duas velocidades foram significativas em todas as comparações (0,68 a 0,91). Portanto, a relação entre a velocidade e as variáveis técnicas correspondentes à VC e à V30 não é modificada pelo nível de *performance* aeróbia.

## ABSTRACT

### **Technical indexes corresponding to the critical speed and the maximal speed of 30 minutes in swimmers with different aerobic performance levels**

The main objective of this study was to verify the effect of aerobic performance level on the relationship between the technical indexes corresponding to critical speed (CS) and maximal speed of 30 minutes (S30) in swimmers. Participated of this study 23 male swimmers with similar anthropometric characteristics, divided by aerobic performance level in groups G1 ( $n = 13$ ) and G2 ( $n = 10$ ). They had at least four years of experience in the modality and

\* Laboratório de Avaliação da Performance Humana, UNESP – Rio Claro, SP.

Aceito em 4/10/06.

**Endereço para correspondência:** Camila Coelho Greco, Laboratório de Avaliação da Performance Humana, UNESP – Rio Claro, SP. Av. 24A, 1.515, Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro, SP. Tel.: (19) 3526-4338, fax: (19) 3526-4321. E-mail: greco@rc.unesp.br

**Palavras-chave:** Taxa de braçada. Comprimento de braçada. Índice de braçada. Natação. Capacidade aeróbia.

**Keywords:** Stroke rate. Stroke length. Stroke index. Swimming. Aerobic capacity.

a weekly training volume between 30,000 to 45,000 m. The CS was determined through the angular coefficient of the linear regression line between the distances (200 and 400 m) and respective times. The S30 was determined through the maximal distance covered in a 30 minutes test. All variables were determined in front crawl. CS was higher than S30 in G1 ( $1.30 \pm 0.04$  vs.  $1.23 \pm 0.06$  m.s<sup>-1</sup>) and G2 ( $1.17 \pm 0.08$  vs.  $1.07 \pm 0.06$  m.s<sup>-1</sup>). These variables were higher in group G1. The stroke rate corresponding to CS (SRCS) and S30 (SRS30) obtained in group G1 ( $33.07 \pm 4.34$  vs.  $31.38 \pm 4.15$  cycles.min<sup>-1</sup>) and G2 ( $35.57 \pm 6.52$  vs.  $33.54 \pm 5.89$  cycles.min<sup>-1</sup>) were similar. The SRCS was significantly lower in group G1 than G2, while SRS30 was not different between groups. The stroke length corresponding to CS (SLCS) and S30 (SLS30) was significantly higher in group G1 ( $2.41 \pm 0.33$  vs.  $2.38 \pm 0.30$  m.cycle<sup>-1</sup>) than in G2 ( $2.04 \pm 0.43$  vs.  $1.97 \pm 0.40$  m.cycle<sup>-1</sup>), and had similar values in both groups. The correlation ( $r$ ) between CS and S30 and technical variables corresponding to CS and S30 were significant in all comparisons (0.68 to 0.91). Thus, the relationship between the speed and technical variables corresponding to CS and S30 was not modified by the aerobic performance level.

## INTRODUÇÃO

Na natação competitiva, os aspectos biomecânicos, que representam a técnica e a habilidade de nado, podem contribuir igualmente para o rendimento quando comparados com os aspectos ligados aos sistemas de produção de energia. Entre os aspectos biomecânicos, estão o nível de aplicação da força propulsiva<sup>(1-2)</sup> e o arrasto passivo e ativo<sup>(3-4)</sup>. Estudos têm verificado que os aspectos biomecânicos interferem em variáveis como o gasto energético e a eficiência propulsiva, sendo estes fatores fundamentais para o deslocamento no meio líquido<sup>(5-6)</sup>. Além desses aspectos, algumas variáveis antropométricas<sup>(7-8)</sup> e a coordenação dos braços (relação entre as fases propulsivas e fases não propulsivas)<sup>(8,10)</sup> também apresentam relação com a *performance* nesse esporte.

Portanto, a utilização de variáveis que representam o nível de habilidade de nado pode permitir o acompanhamento dos efeitos de um programa de treinamento que vise o aprimoramento da técnica dos nadadores. Além disso, a mensuração dessas variáveis possibilita também a prescrição mais individualizada do treinamento. Como alguns desses índices são de fácil mensuração, é possível utilizá-los em um grande número de atletas, pois não são necessários pessoal especializado e equipamentos de alto custo.

Entre os índices que expressam a habilidade de nado, estão a taxa de braçada (TB), que representa o número de braçadas ou ciclos de braçadas realizados em uma unidade de tempo, o com-

primento de braçada (CB), que representa a distância que o nadador realiza em cada ciclo de braçada, e o índice de braçada (IB), que corresponde ao produto da velocidade e do CB. Além dessas, o índice TB/CB também parece expressar o nível de habilidade de nado<sup>(8,11)</sup>. Essas variáveis têm apresentado correlação significativa com o consumo de oxigênio em dada velocidade submáxima e com a *performance* (100, 200, 368 e 400m) nesse esporte<sup>(5-6,12-14)</sup>. Mesmo em nadadores altamente treinados, a melhora da TB também tem sido associada com o aumento do rendimento<sup>(14)</sup>. A velocidade de nado representa o produto da TB pelo CB<sup>(15-16)</sup>; portanto, para manter dada velocidade, os nadadores em geral adotam uma combinação de TB e CB que julgam ser a mais eficiente. No entanto, segundo Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup>, nadadores de elite adotam diferentes combinações desses parâmetros em relação aos menos experientes, podendo ser esse um dos fatores que determinam seus maiores níveis de rendimento.

Entre os índices fisiológicos que representam a capacidade aeróbia, a velocidade crítica (VC), determinada através do coeficiente angular da regressão linear entre a distância e o tempo, e o teste de 30 minutos ou velocidade máxima de 30 minutos (V30), no qual o nadador deve cumprir a maior distância possível em 30 minutos, estão entre os métodos não-invasivos mais utilizados para a avaliação aeróbia na natação<sup>(18-21)</sup>. As velocidades obtidas nesses métodos têm apresentado elevados índices de correlação com a resposta de lactato sanguíneo (limiar anaeróbio, máxima fase estável de lactato sanguíneo – MSSL) e com a *performance* aeróbia nesse esporte<sup>(22-23)</sup>. Recentemente, Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup> verificaram que a TB determinada através do coeficiente angular da regressão linear entre o número de braçadas e o tempo obtidos em diferentes distâncias (taxa crítica de braçada – TBVC), similar à metodologia proposta para a determinação da VC<sup>(19)</sup>, é válida para estimar a TB mantida na V30 (TBV30). Uma vantagem dessa metodologia é a utilização de testes mais curtos (p. ex., 200 e 400m), pois testes mais longos, como a V30, exigem mais tempo para o processo de avaliação e podem ser de difícil realização pelos nadadores menos habilidosos.

Estudos<sup>(22,24-25)</sup> têm verificado que os valores da VC são dependentes da duração das cargas preditivas, podendo também interferir na sua relação com o limiar anaeróbio (4mM de lactato sanguíneo)<sup>(22)</sup>. Com isso, é possível que a intensidade e o significado fisiológico e técnico da VC possam depender do nível de rendimento dos nadadores, já que os atletas com maior rendimento realizam as mesmas distâncias (p. ex., 200 e 400m) em tempos menores. Ainda em relação ao nível de rendimento, Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup> apontam que nadadores de elite podem adotar combinações de TB e CB que não são as mesmas observadas em nadadores de menor rendimento. Sendo assim, é possível hipotetizar que o nível de *performance* aeróbia pode modificar a relação entre as variáveis técnicas (TB, CB e IB) correspondentes à VC (TBVC, CBVC e IBVC) e à V30 (TBV30, CBV30 e IBV30). Baseado nessa hipótese, o objetivo central deste estudo foi verificar o efeito do nível de *performance* aeróbia na relação entre variáveis técnicas correspondentes à VC e à V30.

## MÉTODOS

### Sujeitos

Participaram deste estudo 23 nadadores do gênero masculino, especialistas no nado *crawl*, com pelo menos quatro anos de experiência no esporte e que treinavam um volume semanal entre 30.000 a 45.000m, em seis a oito sessões. Os nadadores competiam regularmente em competições de nível estadual e nacional. Antes da participação nos protocolos, os pais ou responsáveis e os indivíduos foram informados de todos os procedimentos inerentes aos testes, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido concordando com a participação no estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade.

## Delineamento experimental

Os nadadores participaram de quatro sessões experimentais, separadas por um intervalo de 48-72 horas. Para cada indivíduo os testes foram conduzidos no mesmo horário, com no mínimo duas horas após uma refeição leve. Na primeira sessão experimental foram determinadas as variáveis antropométricas. Nas três sessões seguintes, realizadas em ordem aleatória, foram determinadas as *performances* máximas de 200, 400m e 30 minutos. Todas as variáveis foram determinadas no nado *crawl* em uma piscina de 25m. Inicialmente, os nadadores realizaram todos os testes, sendo posteriormente divididos em dois grupos com diferentes níveis de *performance* em relação ao teste de 30 min: grupo 1 (G1) (maior *performance*) e grupo 2 (G2) (menor *performance*). As características físicas dos nadadores estão expressas na tabela 1. Não houve diferença estatisticamente significativa em nenhuma das variáveis ( $p > 0,05$ ).

**TABELA 1**  
Características físicas dos nadadores

	G1 (n = 13)	G2 (n = 10)
Idade (anos)	15,58 ± 2,07	15,00 ± 2,29
Estatura (cm)	174,08 ± 7,42	169,78 ± 10,37
Massa corporal (kg)	64,74 ± 11,45	61,56 ± 15,76
Percentual de gordura (%)	12,81 ± 2,99	14,81 ± 5,27

### Determinação da velocidade crítica

Para a determinação VC, foram realizadas *performances* máximas nas distâncias de 200 e 400m, anotando-se os respectivos tempos. Essas tentativas foram realizadas durante as sessões de treinamento, sendo uma por sessão. A VC foi determinada através do coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os respectivos tempos obtidos. Estudos anteriores verificaram a validade da determinação da VC com duas distâncias em nadadores treinados<sup>(23,26-27)</sup>.

### Determinação da velocidade de 30 minutos

Para a determinação da V30, foi realizado um tiro máximo de 30 minutos, anotando-se sua respectiva metragem. A V30 foi determinada dividindo-se a distância (m) pelo tempo (s). No 10<sup>o</sup> min e ao final do teste, 25µl de sangue arterializado foram coletados do lóbulo da orelha através de um capilar heparinizado e imediatamente transferidos para microtúbulos de polietileno com tampa tipo Eppendorff de 1,5ml, contendo 50µl de NaF (1%) para a mensuração do lactato sanguíneo (YSL 2300 STAT, Yellow Springs, OH). A duração da coleta de sangue foi de aproximadamente 30s. Para expressar a concentração de lactato correspondente a essa velocidade, foi feita a média dos valores obtidos no 10<sup>o</sup> min e ao final do teste.

### Determinação dos índices técnicos correspondentes à velocidade crítica

A taxa de braçada correspondente à velocidade crítica (TBVC) foi determinada por meio da contagem do tempo necessário para realizar cinco braçadas. Essa contagem foi realizada a cada 50m nas distâncias de 200 e 400m e, com isso, feita a média dos valores obtidos. Além disso, ela foi realizada 10m após a virada, para evitar que houvesse a influência desta na velocidade de nado. A TBVC foi determinada através do coeficiente angular da regressão linear entre o número de braçadas e o tempo obtido nas distâncias de 200 e 400m. O comprimento de braçada correspondente à VC (CBVC) foi obtido pelo quociente entre a velocidade e a TBVC. O índice de braçada correspondente à VC (IBVC) foi determinado através do produto entre o CB e a velocidade.

## Determinação dos índices técnicos correspondentes à velocidade máxima de 30 minutos

A taxa de braçada correspondente à V30 (TBV30) foi determinada por meio da contagem do tempo necessário para realizar cinco braçadas. Essa contagem foi realizada a cada 400m e, com isso, feita a média dos valores obtidos. Além disso, ela foi realizada 10m após a virada, para evitar que houvesse a influência desta na velocidade de nado. O CB correspondente à V30 (CBV30) foi obtido pelo quociente entre a velocidade e a TBV30. O índice de braçada correspondente à V30 (IBV30) foi determinado através do produto entre o CB e a velocidade.

### Análise estatística

Os valores estão expressos como média  $\pm$  desvio-padrão (DP). A comparação das variáveis técnicas correspondentes à VC e à V30 foi feita através da ANOVA *two way* (método x grupo), complementada pelo teste de Scheffé. A comparação das variáveis antropométricas entre os grupos foi feita através do teste *t* de Student para dados não-pareados. A correlação da velocidade e das variáveis técnicas correspondentes à VC e à V30 foi feita através do teste de correlação de Pearson. Para todos os testes realizados foi adotado o nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as características físicas dos nadadores. Não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os grupos nas variáveis idade, estatura, massa corporal e percentual de gordura corporal (%G).

A tabela 2 apresenta os valores médios  $\pm$  DP das variáveis velocidade máxima de 200 (V200) e 400m (V400), VC, V30 e concentração de lactato correspondente à V30 ([LAC]) obtidas nos grupos G1 e G2. A V200, V400, VC e V30 foram significativamente maiores nos nadadores do grupo G1 ( $p < 0,05$ ), exceto a [LAC], que não se mostrou diferente entre os grupos. A VC e a V30 foram estatisticamente diferentes nos dois grupos.

**TABELA 2**  
Valores médios  $\pm$  DP das variáveis velocidade máxima de 200 (V200) e 400m (V400), velocidade crítica (VC), velocidade de 30 minutos (V30) e concentração de lactato correspondente à V30 ([LAC]) (mM) obtidas nos grupos G1 e G2

	V200 (m.s <sup>-1</sup> )	V400 (m.s <sup>-1</sup> )	VC (m.s <sup>-1</sup> )	V30 (m.s <sup>-1</sup> )	[LAC] (mM)
G1 (n = 13)	1,45 $\pm$ 0,09	1,37 $\pm$ 0,05	1,30 $\pm$ 0,04	1,23 $\pm$ 0,06	4,03 $\pm$ 1,40
G2 (n = 10)	1,32 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,23 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,17 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	1,07 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	3,88 $\pm$ 1,48

<sup>a</sup>  $p < 0,05$  em relação ao grupo 1.

A tabela 3 apresenta os valores médios  $\pm$  DP das variáveis taxa de braçada, comprimento de braçada e índice de braçada correspondentes à VC (TBVC, CBVC e IBVC, respectivamente) e à V30 (TBV30, CBV30 e IBV30, respectivamente) nos grupos G1 e G2. A TBVC foi significativamente menor no grupo G1 do que no G2 ( $p < 0,05$ ), enquanto que a TBV30 não foi diferente entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença significativa entre a TBVC e a TBV30 nos dois grupos ( $p > 0,05$ ). O CBVC e o CBV30 foram significativamente maiores no grupo G1 ( $p < 0,05$ ). O CBVC foi estatisticamente igual ao CBV30 ( $p > 0,05$ ) nos dois grupos. Da mesma forma, o IBVC e o IBV30 foram significativamente maiores no grupo G1 ( $p < 0,05$ ). Já o IBVC foi significativamente maior do que o IBV30 nos dois grupos ( $p < 0,05$ ).

A tabela 4 apresenta os valores de correlação entre a VC e a V30, a TB, o CB e o IB correspondentes à VC e à V30 nos grupos G1 e G2. Houve correlação significativa entre todas as variáveis nos grupos G1 e G2 ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 3**  
Valores médios  $\pm$  DP das variáveis taxa de braçada, comprimento de braçada e índice de braçada correspondentes à VC (TBVC, CBVC e IBVC, respectivamente) e à V30 (TBV30, CBV30 e IBV30, respectivamente) nos grupos G1 e G2

	TBVC (ciclos.min <sup>-1</sup> )	CBVC (m.ciclo <sup>-1</sup> )	IBVC	TBV30 (ciclos.min <sup>-1</sup> )	CBV30 (m.ciclo <sup>-1</sup> )	IBV30
G1 (n = 13)	33,07 $\pm$ 4,34	2,41 $\pm$ 0,33	3,14 $\pm$ 0,45	31,38 $\pm$ 4,15	2,38 $\pm$ 0,30	2,92 $\pm$ 0,40 <sup>b</sup>
G2 (n = 10)	35,57 $\pm$ 6,52 <sup>a</sup>	2,04 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	2,40 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup>	33,54 $\pm$ 5,89	1,97 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	2,11 $\pm$ 0,52 <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>  $p < 0,05$  em relação ao G1, <sup>b</sup>  $p < 0,05$  em relação ao IBVC.

**TABELA 4**  
Valores de correlação entre a VC e a V30, e entre a TB, o CB e o IB correspondentes à VC e à V30 nos grupos G1 e G2

	VC x V30	TBVC x TBV30	CBVC x CBV30	IBVC x IBV30
Grupo 1 (n = 13)	0,68 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,88 <sup>a</sup>
Grupo 2 (n = 10)	0,84 <sup>a</sup>	0,88 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>  $p < 0,05$ .

## DISCUSSÃO

O objetivo central deste estudo foi verificar o efeito da *performance* aeróbia na relação entre a TB, do CB e do IB correspondentes à VC e à V30 na natação. O principal achado foi que, embora os índices técnicos tenham sido diferentes entre os grupos, a relação entre a TB, o CB e o IB correspondentes à VC e à V30 não parece depender do nível de *performance* aeróbia analisado. Desse modo, a determinação da VC pode fornecer simultaneamente informações sobre a capacidade aeróbia e a habilidade técnica nesse esporte.

Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup> encontraram valores de TBVC (37,79 ciclos.min<sup>-1</sup>), TBV30 (36,41 ciclos.min<sup>-1</sup>), VC (1,35m.s<sup>-1</sup>) e V30 (1,31m.s<sup>-1</sup>) superiores aos obtidos no presente estudo nos grupos G1 e G2 (tabela 2). Esses resultados concordam com dados da literatura que sugerem que maiores velocidades de nado estão associadas a maiores TB<sup>(8,14,28)</sup>. Apesar de os valores de CB não terem sido reportados no estudo de Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup>, a diferença encontrada nos valores de TB obtidos no presente estudo pode ser parcialmente explicada pelo menor nível de *performance*, já que a velocidade de nado corresponde ao produto da TB e do CB<sup>(15-16)</sup>. Mais importante, entretanto, é o fato de Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup> também não terem verificado diferença estatisticamente significativa entre a TBVC e a TBV30 e elevado nível de correlação entre elas ( $r = 0,86$ ), o que reforça nossos dados de que a relação TBVC e a TBV30 parece ser independente da *performance* aeróbia.

No presente estudo, o CBVC e o CBV30 foram maiores no grupo G1, o que está de acordo com os dados obtidos por estudos que investigaram a associação do CB com a *performance* em distâncias de 100 a 400m<sup>(5-6,11-14,30-31)</sup>. Além disso, em um estudo no qual os autores compararam indivíduos com diferentes níveis de *performance*, os nadadores mais habilidosos apresentavam maior CB em distâncias de 50 a 3.000m<sup>(32)</sup>. Para o nosso conhecimento, nenhum estudo havia investigado a relação entre CBVC e CBV30. Porém, Dekerle *et al.*<sup>(33)</sup> verificaram que o CB correspondente à MSSL, que é considerado o método padrão-ouro para a determinação da capacidade aeróbia, foi similar ao obtido na maior velocidade que o nadador conseguia realizar mantendo o seu máximo CB; acima dessa velocidade, houve queda significativa no CB. Os autores sugerem que há relação entre a fadiga metabólica e a queda na habilidade de nado, representada pelo CB, já que em intensidades acima da MSSL havia queda no CB.

Alguns estudos sugerem que a redução no CB observada durante uma prova está relacionada à menor capacidade de desenvol-

ver a força necessária para vencer a resistência ao movimento<sup>(30,34)</sup>. Portanto, além dos fatores biomecânicos, os fatores fisiológicos também podem influenciar o estilo do nadador. Alguns estudos sugerem que a fadiga muscular pode reduzir o CB durante esforços efetuados em intensidades realizadas acima do limiar anaeróbio<sup>(28,36-39)</sup>. Dentre os fatores que podem explicar a redução na frequência de movimentos em esportes como o ciclismo e a corrida, estão a alteração no recrutamento das unidades motoras<sup>(40-41)</sup>, na perfusão muscular<sup>(41)</sup>, a fadiga neuromuscular<sup>(42)</sup> e a muscular<sup>(40-41)</sup>. Na natação, apesar de esses mecanismos ainda não terem sido bem definidos, sabe-se que os aspectos biomecânicos podem ficar bastante comprometidos por mecanismos fisiológicos associados à fadiga.

Com relação ao IB, tanto o IBVC quanto o IBV30 foram significativamente maiores no grupo G1, o que está de acordo com os estudos na literatura que sugerem uma relação entre o IB e a habilidade técnica de nado<sup>(43)</sup> e que os nadadores mais rápidos possuem maiores valores de IB<sup>(29)</sup>. No entanto, o IBVC superestimou o IBV30 nos dois grupos. Como não houve diferença no CB correspondente a essas intensidades nos dois grupos, o maior valor de VC em relação à V30 observado nos dois grupos foi o responsável por tal diferença encontrada. O nível de correlação entre os dois índices foi significativo tanto no grupo G1 ( $r = 0,88$ ) quanto no G2 ( $r = 0,91$ ). Portanto, apesar de o nível de *performance* aeróbia determinar diferentes valores de IBVC e IBV30, a relação entre esses dois índices também parece não ser modificada. Um aspecto importante deste estudo é que, apesar de a TB e do CB correspondentes à VC e à V30 terem sido estatisticamente semelhantes nos dois grupos, a VC foi maior do que a V30. Poder-se-ia esperar, desse modo, que um dos dois índices (TB ou CB) fosse estatisticamente diferente. Uma possível explicação seria a ocorrência do erro tipo 2 (admite-se que duas variáveis são iguais, quando elas podem ser diferentes), determinado possivelmente pelo N (G1 = 13 e G2 = 10) relativamente reduzido para a análise estatística utilizada (ANOVA *two way*), sendo esta uma possível limitação do nosso estudo.

Como mencionado anteriormente, os valores correspondentes à VC e à V30 são inferiores aos obtidos por Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup>, que utilizaram a mesma metodologia na determinação da VC. No entanto, Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup> encontraram valores similares de VC e V30, diferindo do comportamento encontrado por este estudo. Apesar de terem sido utilizadas as mesmas distâncias (200 e 400m) para a determinação da VC, a duração das tentativas foi maior nos dois grupos (G1 e G2). Em função desse aspecto, o esperado seria que o valor da VC fosse similar ao da V30 em nosso estudo. Porém, um fator que pode ter contribuído para esse resultado é a baixa

experiência desses atletas em realizar testes de longa duração como o de 30min, pois nadadores altamente habilidosos conseguem manter altas intensidades mesmo com durações prolongadas<sup>(23)</sup>. Apesar desses aspectos, Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup> sugerem que a VC seja diminuída em 3,9%, já que foi esta a diferença encontrada em seu estudo entre a VC e a V30. Em outro estudo, o mesmo grupo de autores verificou que a VC ( $1,31 \text{ m.s}^{-1}$ ) determinada pelas mesmas distâncias superestimou a MSSL ( $1,24 \text{ m.s}^{-1}$ )<sup>(23)</sup>. Independentemente desses aspectos, a correlação entre a VC e a V30 nos grupos G1 ( $r = 0,68$ ) e G2 ( $r = 0,84$ ) foi estatisticamente significativa, o que concorda com os estudos de Dekerle *et al.*<sup>(17)</sup>, que verificaram nível de correlação de 0,86 entre a VC e a V30, e Dekerle *et al.*<sup>(23)</sup>, que verificaram nível de correlação de 0,87 entre a VC e a MSSL. Desse modo, a validade da VC determinada através de duas distâncias (método rápido e de fácil aplicação) como um índice de capacidade aeróbia parece ser independente do nível de *performance* aeróbia, confirmando os dados obtidos por Dekerle *et al.*<sup>(17,23)</sup> e Wakayoshi *et al.*<sup>(26)</sup>.

Um aspecto que deve ser levado em conta na natação, independentemente do método de determinação da capacidade aeróbia (MSSL, limiar anaeróbio ou velocidade crítica), é que muitos protocolos de treinamento para a melhora da capacidade aeróbia nesse esporte são realizados de forma intermitente. Essa forma de realização de exercício aumenta a velocidade correspondente à MSSL<sup>(44)</sup>, em função da recuperação das reservas de creatina fosfato e da remoção de lactato sanguíneo que ocorre durante a pausa. Por isso, na utilização para a prescrição da intensidade do treinamento, é importante que se faça um ajuste na intensidade que é obtida no teste.

## CONCLUSÕES

Com base nesses dados, pode-se concluir que o nível de *performance* aeróbia não parece influenciar a relação entre a TB, o CB e o IB correspondentes à VC e à V30. Assim, o protocolo de determinação da VC pode fornecer simultaneamente informações sobre aspectos fisiológicos (capacidade aeróbia) e índices associados à habilidade de nado. Além disso, pode ser uma forma importante de avaliação, controle e prescrição do treinamento nesse esporte, já que atletas menos habilidosos podem ter dificuldades em nadar de forma máxima por 30 minutos.

---

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

---

## REFERÊNCIAS

- Schleithauf RE, Higgins JR, Hinricks R. Propulsive techniques: front crawl stroke, butterfly, backstroke and breaststroke. In: Ungerechts BE, Wilke K, Reischle K, editors. *Swimming Science V*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1988. p. 53-9.
- Rouard AH, Schleithauf RE, Troup JP. Hand forces and phases in freestyle stroke. In: Troup JP, Hollander AP, Strasse D, et al. *Swimming Science VII*. London: E & FN Spon; 1996. p. 35-44.
- Hollander AP, De Groot G, Van Ingen Schenau GJ, Toussaint HM, De Best H, Peeters W, et al. Measurement of active drag during crawl arm stroke swimming. *J Sports Sci*. 1986;4:21-30.
- Kolmogorov SV, Duplischeva OA. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. *J Biomech*. 1992;25:311-8.
- Chatard JC, Lavoie JM, Lacour JR. Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. *Eur J Appl Physiol*. 1990;61:88-92.
- Wakayoshi K, D'Acquisto LJ, Cappaert JM, Troup JP. Relationship between oxygen uptake, stroke rate, and swimming velocity in competitive swimming. *Int J Sports Med*. 1995;16:19-23.
- Grimston SK, Hay JG. Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 1986;18:60-8.
- Pelayo P, Sidney M, Kherif T, Chollet D, Tourny C. Stroking characteristics in free-style swimming and relationships with anthropometric characteristics. *J Appl Biomech*. 1996;12:197-206.
- Chollet D, Challes S, Chatard JC. A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *Int J Sports Med*. 2000;21:54-9.
- Millet GP, Chollet D, Challes S, Chatard JC. Coordination in front crawl in elite triathletes and elite swimmers. *Int J Sports Med*. 2002;23:1-6.
- Arellano R, Brown P, Cappaert J, Nelson RC. Analysis of 50, 100 and 200 m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *J Appl Biomech*. 1994;10:189-99.
- Costill D, Kovaleski J, Porter D, et al. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. *Int J Sports Med*. 1985;6:266-70.
- Chollet D, Pelayo P, Delaplace C, Tourny C, Sidney M. Stroking characteristic variations in the 100-m freestyle for male swimmers of differing skill. *Percept Mot Skills*. 1997;85:167-77.
- Huot-Marchand F, Nesi X, Sidney M, Alberty M, Pelayo P. Variations of stroking parameters associated with 200 m competitive performance improvement in top-standard front crawl swimmers. *Sports Biomech*. 2005;41:89-99.
- Hughson L, Weisiger KH, Swanson GD. Blood lactate concentration increases as a continuous function in progressive exercise. *J Appl Physiol*. 1987;62:1975-82.

16. Smith DJ, Norris SR, Hogg JM. Performance evaluation of swimmers: scientific tools. *Sports Med.* 2002;32:539-54.
17. Dekerle J, Sidney M, Hespel JM, Pelayo P. Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *Int J Sports Med.* 2002;23:93-8.
18. Olbrecht J, Madsen O, Mader A, Liesel H, Hollman W. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *Int J Sports Med.* 1985;6:74-7.
19. 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. *Int J Sports Med.* 1992;13:367-71.
20. Matsunami M, Taguchi M, Taimura A, Suyama M, Suga M, Shimonagata S, et al. Comparison of swimming speed and exercise intensity during non-invasive test and invasive test in competitive swimming. In: Keskinen K, Komi PV, Hollander AP, editors. *Biomechanics and medicine in swimming VIII.* Jyväskylä: Gummerus Printing; 1999. p. 245-8.
21. Greco CC, Denadai BS, Pellegrinotti IL, Freitas ADB, 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 de lactato sanguíneo em testes de endurance. *Rev Bras Med Esporte.* 2003;9:2-8.
22. Greco CC, Denadai BS. Relationship between critical speed and endurance capacity in young swimmers: effect of gender and age. *Ped Exerc Sci.* 2005;17:353-63.
23. 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. *Int J Sports Med.* 2005;26:524-30.
24. Bishop D, Jenkins DG, Howard A. The critical power is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. *Int J Sports Med.* 1998;19:125-9.
25. Calis JFF, Denadai BS. Influência das cargas selecionadas na determinação da potência crítica determinada no ergômetro de braço em dois modelos lineares. *Rev Bras Med Esporte.* 2000;6:1-4.
26. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Harada T, Moritani T. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? *Eur J Appl Physiol.* 1993;66:90-5.
27. Rodriguez FA, Moreno D, Keskinen KL. Validity of a two-distance simplified testing method for determining critical swimming velocity. In: Chatard JC, editor. *Biomechanics and medicine in swimming IX.* Saint-Etienne: University of Saint Etienne; 2003. p. 385-90.
28. Keskinen KL, Komi PV. Stroking characteristics of front crawl swimming during exercise. *J Appl Biomech.* 1993;9:219-26.
29. Smith DJ, Stephen R, Norris R, Hogg JM. Performance evaluation of swimmers: scientific tools. *Sports Med.* 2002;32:539-54.
30. Craig AB Jr, Pendergast DR. Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports.* 1979;11:278-83.
31. Caputo F, Lucas RD, Greco CC, Denadai BS. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo e correlações com a performance. *Rev Bras Ciência Mov.* 2000;8:7-13.
32. Seifert L, Chollet D, Bardy BG. Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: a dynamic analysis. *J Sports Sci.* 2004;22:651-60.
33. Dekerle J, Nesi X, Lefevre T, Depretz S, Sidney M, Marchand FH, et al. Stroking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed. *Int J Sports Med.* 2005;26:53-8.
34. Craig AB Jr, Skehan PL, Pawelczyk JA, Boomer WL. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Med Sci Sports Exerc.* 1985;17:625-34.
35. Toussaint HM, Berg C. Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Med.* 1992;13:8-24.
36. Keskinen KL, Komi PV. Interaction between aerobic/anaerobic loading and biomechanical performance in free style swimming. In: Ungerechts BE, Wilkie K, Reische K, editors. *Swimming V, International Series on Sports Sciences.* Champaign: Human Kinetics 1988;18:285-93.
37. Keskinen KL, Komi PV. The stroking characteristics in four different exercises in free style swimming. In: De Groot G, Hollander AP, Huijing PA, Van Ingen Schenau GJ, editors. *Biomechanics XI-B, International Series on Biomechanics.* Amsterdam: Free University Press 1988;7-B:839-43.
38. Wakayoshi K, D'Acquisto LJ, Troup JP. Relationship between metabolic parameters and stroking technique characteristics in front crawl. In: Troup JP, Hollander AP, Strasse D, Trappe SW, Cappaert JM, Trappe TA, editors. *Biomechanics and medicine in swimming VII, International Series on Sport Sciences.* London: E & FN Spon 1996;18:285-93.
39. Wells G, Duffin J, Pyley M. A model of swimming economy during incremental exercise. In: Blackwell JR, Sanders RH, editors. *Abstracts Book of the XIXth International Symposium of Biomechanics in Sports.* San Francisco: Exercise and Sport Science Department, University of San Francisco; 2001. p. 127-30.
40. Hausswirth C, Bigard AX, Guezennec CY. Relationships between running mechanics and energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. *Int J Sports Med.* 1997;18:330-9.
41. Vercauysen F, Brisswalter J, Hausswirth C, Bernard T, Bernard O, Vallier JM. Influence of cycling cadence on subsequent running performance in triathletes. *Med Sci Sports Med.* 1997;34:530-6.
42. Lepers R, Hausswirth C, Maffiuletti N, Brisswalter J, van Hoecke J. Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1880-6.
43. Costill DL, Maglischo EW, Richardson AB. *Swimming.* London: Blackwell Scientific Publications, 1992.
44. Beneke R, Hutler M, Von Duvillard SP, Sellens M, Leithhauser RM. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1626-30.