

**Artigo original**Emilson Colantonio ¹Ronaldo Vilela Barros ²Maria Augusta Peduti Dal' Molin Kiss ²**PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO EM NADADORES
E ESCOLARES DO SEXO MASCULINO****PEAK OXYGEN UPTAKE IN MALE SWIMMERS AND SCHOOLCHILDREN****RESUMO**

Os objetivos do presente estudo foram: a) Analisar o comportamento do VO_{2pico} (absoluto e relativo), entre grupos etários diferentes, do sexo masculino; b) Comparar os valores do VO_{2pico} (absoluto e relativo), entre nadadores (Nad) e escolares (Esc) para o mesmo grupo etário. Foram avaliados 71 sujeitos entre 7-17 anos de idade (35Nad e 36Esc), distribuídos em grupos etários de 7-10, 11-14 e 15-17 anos. Foram realizadas medidas antropométricas (Estatura, Massa Corporal e Somatória de Dobras Cutâneas) e metabólicas (VO_{2pico}), utilizando o sistema de análise de gases VO2000® e uma esteira rolante Inbrasport ATL®, adotando o protocolo de Bruce adaptado. Análise estatística: ANOVA para medidas repetidas, seguidas pelo teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$). VO_{2pico} absoluto: diferenças estatísticas significantes entre todos os grupos etários e entre Nad ($0,99 \pm 0,20$ e $1,27 \pm 0,21$ L.min⁻¹) e Esc ($0,98 \pm 0,36$ e $0,80 \pm 0,12$ L.min⁻¹). VO_{2pico} relativo: diferenças estatísticas significantes entre Nad1 e Nad2 ($10,88 \pm 0,09$ e $0,75 \pm 0,47$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) e entre Esc1 e Esc3 ($6,96 \pm 1,23$ e $0,98 \pm 2,29$ ml.kg⁻¹.min⁻¹), apesar de serem diferentes entre Nad e Esc. Os resultados indicaram aumento do VO_{2pico} entre os grupos etários, fruto do desenvolvimento natural dos sujeitos, mas, sobretudo, do efeito do treinamento de natação. Apesar do comportamento dessa variável ser similar entre 11-14 e 15-17 anos para ambos os grupos, os valores entre Nad e Esc nesses períodos etários são diferentes, apresentando os maiores valores para os Nad.

Palavras-chave: Consumo de oxigênio; Infância; Adolescência; Natação.

ABSTRACT

The objectives of this study were: a) to analyze the behavior of VO_{2MAX} (absolute and relative) of males of different age groups sex; b) to compare VO_{2MAX} (absolute and relative), of swimmers (SWM) and schoolchildren (SCH) in the same age groups. Seventy-one boys aged 7-17 years were evaluated (35 SWM and 36 SCH) and distributed into the age groups 7-10, 11-14 and 15-17 years. Anthropometric measurements were taken (height, body mass and sum of skin folds) and the metabolic (VO_{2MAX}) tests were carried out using VO2000® gas analysis and an Inbrasport ATL® treadmill, using a modified version of the Bruce protocol. Statistical analysis: ANOVA for repeated measures, followed by Tukey's post hoc test ($p < 0.05$). Absolute VO_{2MAX} : there were statistically significant differences between all age groups and between SWM (0.99 ± 0.20 and 1.27 ± 0.21 L.min⁻¹) and SCH (0.98 ± 0.36 and 0.80 ± 0.12 L.min⁻¹). Relative VO_{2MAX} : there were statistically significant differences between SWM1 and SWM2 (10.88 ± 0.09 and 0.75 ± 0.47 ml.kg⁻¹.min⁻¹) and between SCH1 and SCH3 (6.96 ± 1.23 and 0.98 ± 2.29 ml.kg⁻¹.min⁻¹), although SWM and SCH were different. The results indicate that VO_{2MAX} increased as the subjects got older, which is the result of natural development. However, the effect of swimming training predominated. Although the behavior of the variable was similar for the 11-14 and 15-17 age groups, the figures for SWM and SCH are different at these ages, with the swimmers having higher VO_{2MAX} .

Key words: Oxygen uptake; Childhood; Adolescent; Swimming.

1. Universidade Federal de São Paulo. Departamento de Biociências. Campus Baixada Santista. São Paulo. Brasil
2. Universidade de São Paulo. Escola de Educação Física e Esporte. São Paulo. Brasil

INTRODUÇÃO

A capacidade do ser humano de realizar exercícios de média e longa duração depende principalmente do metabolismo aeróbio. Desse modo, um dos índices mais utilizados para avaliar essa condição é o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), variável denominada potência aeróbia^{1,2}.

O VO_{2max} é um indicador importante da aptidão aeróbia tanto para atletas quanto para não atletas. Devido a aspectos metodológicos relacionados à sua determinação^{3,4,5}, tem sido utilizado também o consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}), principalmente quando se tratando de crianças e jovens⁶.

Em nadadores, é comum encontrarmos valores altos dessa variável tanto para valores absolutos quanto relativos, apesar da performance da natação competitiva estar associada, predominantemente, ao metabolismo anaeróbio glicolítico. Em média, a literatura cita que, em testes máximos, os nadadores apresentam valores médios de VO_{2max} próximos a $69,00 \text{ (ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1})$ ⁷.

O conhecimento das respostas metabólicas e funcionais ao exercício e ao esporte tem sido grande, em adultos normais e patológicos^{8,9}, mas muitas questões ainda existem sem respostas adequadas, relacionadas ao treinamento físico em crianças e adolescentes^{10,11}. Sabe-se que crianças e jovens precisam movimentar-se para que seu desenvolvimento psíquico e físico seja harmônico. Esta necessidade é algo natural em crianças e é orientada por uma inquietação natural¹⁰. As crianças não são miniaturas de adultos e, portanto, não deveriam ser submetidas ao mesmo treinamento aplicado aos adultos. O treinamento de crianças e jovens consiste de um processo sistemático, a longo prazo e os problemas referentes ao crescimento e desenvolvimento deveriam ser prioridade¹¹.

A estabilidade do consumo de oxigênio em exercícios de alta intensidade tem sido, convencionalmente, usada como um critério de estabelecimento do VO_{2max} durante testes progressivos com incremento de carga¹². Porém, apenas uma minoria das crianças demonstra o platô de VO_2 nos exercícios até a exaustão voluntária¹². Os pesquisadores encontraram uma indicação de que o VO_{2pico} pode ser considerado como valor máximo apesar da ausência de platô de VO_2 , sendo um índice máximo de aptidão aeróbia de crianças e jovens, portanto, insustentável¹².

Encontramos diversos resultados associando algumas modalidades esportivas normalmente de *endurance* e valores altos de VO_{2max} como: marcha atlética⁷ = 73,2; maratona⁷ = 72,0; ciclismo de estrada⁷ = 78,8; corredores de meio fundo¹³ = 75,5 e o valor mais elevado registrado em esquiadores de *cross-country* do sexo masculino¹⁵ = 85,0 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Dentre estes, é comum encontrarmos também atletas de natação com elevados valores de VO_{2max} como: 69,0 para homens⁷ e 55,0 para mulheres⁷; de 50 a 70 para atletas homens e 40 a 60 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para mulheres, com idades entre 15 a 25 anos¹⁶.

Entretanto, na natação competitiva, aproximadamente, 80% de todos os eventos dos

programas das competições oficiais são de 200 m ou menos, isto é, abaixo de dois minutos de duração. Portanto, o treinamento em velocidades máximas se faz necessário para que ocorram as devidas adaptações necessárias na utilização da energia pela via anaeróbia¹⁷.

Visto que nas provas de natação existe uma importante participação do metabolismo anaeróbio, é intrigante pensar porque os atletas de natação possuem valores tão altos de VO_{2max} quando comparados a atletas de outras modalidades esportivas predominantemente aeróbias. Portanto, se torna pertinente a investigação do comportamento do VO_{2pico} em nadadores e não nadadores em várias faixas etárias.

Dessa forma, os objetivos do presente estudo foram: a) Analisar o comportamento do VO_{2pico} (absoluto e relativo) ao longo dos anos, entre grupos etários diferentes de nadadores e escolares do sexo masculino; b) Comparar os valores do VO_{2pico} (absoluto e relativo), entre nadadores e escolares para o mesmo grupo etário.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Institucional (Protocolo 13034623), os voluntários desse estudo foram informados sobre os procedimentos dos testes e suas implicações, tendo assinado um termo de consentimento informado para participação de pesquisa científica.

Amostra: Foram avaliados 71 sujeitos do sexo masculino, entre 7-17 anos de idade (35Nad e 36Esc), distribuídos em grupos etários de 7-10, 11-14 e 15-17 anos, formando 06 subgrupos, respectivamente: Nad1 (n=13); Nad2 (n=13); Nad3 (n=09); Esc1 (n=12); Esc2 (n=15); Esc3 (n=09), caracterizando um estudo transversal. Foram considerados Nad aqueles sujeitos envolvidos com a prática regular da natação por, pelo menos, dois anos. Como critério de inclusão, os Esc não poderiam estar envolvidos com nenhum tipo de prática esportiva sistemática a não ser as próprias aulas de educação física escolar, duas vezes por semana, com período de duração de 50 min. O grupo de Esc foi formado por alunos de escolas da rede estadual de ensino da Zona Leste da Cidade de São Paulo e o grupo de Nad foi formado por crianças e jovens de dois clubes da cidade de São Paulo. Em média, o grupo de Nad 1 praticavam natação de segunda a sexta-feira, com uma frequência de cinco vezes por semana, 100-120 min e uma metragem de 2.000-2.500 m por sessão. O grupo de Nad 2 praticava natação de segunda a sábado, com uma frequência de seis vezes por semana, 120-150 min e uma metragem de 5.000 m por sessão, incluindo ginástica e musculação. O grupo de Nad 3 treinava em regime de dois períodos de treinos de segunda-feira a sábado, sendo 100-120 min pela manhã e em torno de 240 min na parte da tarde, incluindo ginástica e musculação, atingindo uma metragem total de 6.000-8.000 por dia.

Foram realizadas as seguintes medidas antropométricas: Estatura (E); Massa Corporal (MC)

e Somatória de Dobras Cutâneas (SDC). Os valores de E foram obtidos através da utilização do estadiômetro fixo Sanny®, para a medida de MC foi utilizada a balança digital Filizola®, para a SDC (tricipital, bicipital, subscapular, suprailíaca, abdominal, coxa e panturrilha) fez-se o uso do adipômetro Sanny®.

Foi realizado um eletrocardiograma de repouso em todos os indivíduos através da utilização do eletrocardiômetro Ergo PC 13 Micromed®, cujo equipamento também foi usado durante os testes de esforço como um acompanhamento dos registros cardiológicos. Para a obtenção dos valores de $VO_{2\text{pico}}$, foi utilizado o sistema de análise de gases VO2000® e uma esteira rolante Inbrasport ATL®, adotando o protocolo de Bruce adaptado¹⁸.

Os procedimentos do referido protocolo foram: Aquecimento – velocidade inicial de 2,7 km/h e inclinação de 10% durante três minutos; Sobrecarga – após os três minutos iniciais, os incrementos serão de 1 km/h e 2% de inclinação a cada minuto até a exaustão; Critérios de interrupção do teste – aumento da pressão arterial sistólica de forma abrupta, aumento desproporcional da pressão arterial diastólica, alterações no ECG, valores de frequência cardíaca próximas da máxima estimada, exaustão conforme avaliado.

A escolha do referido protocolo deu-se à aplicabilidade do mesmo tanto em atletas quanto em não atletas nas faixas etárias avaliadas, conforme consulta na literatura especializada¹⁰. Após um período de adaptação de pelo menos cinco minutos de caminhada na esteira, os sujeitos foram incentivados a realizar o esforço durante o teste até a exaustão, com concomitante monitoração de parâmetros metabólicos e ventilatórios. Todos os testes foram realizados no período vespertino.

Para a análise estatística, foi utilizado o teste de Kolmogorov Smirnov para verificar a normalidade dos dados, ANOVA para medidas repetidas para identificar as diferenças entre médias, seguido pelo teste *post hoc* de Tukey, quando $p < 0,05$. Os dados foram estruturados e analisados, utilizando o pacote estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 12.0 para Windows.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão de E (cm), MC (kg), SDC (mm), $VO_{2\text{pico}}$ absoluto ($L \cdot \text{min}^{-1}$) e relativo ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), entre os grupos etários de Nad e Esc

	N	E (cm)	MC (kg)	SDC (mm)	$VO_{2\text{pico}}$ ($L \cdot \text{min}^{-1}$)	$VO_{2\text{pico}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)
Nad1	13	137,22 ± 10,36	34,58 ± 8,49	70,15 ± 32,76	1,60 ± ,45*	46,15 ± 6,66*
Nad2	13	157,48 ± 9,50	45,08 ± 8,04	47,45 ± 12,31	2,59 ± ,65*	57,03 ± 6,75*
Nad3	9	174,46 ± 7,82	69,28 ± 11,10	65,39 ± 23,39	3,86 ± ,44*	56,28 ± 6,28
Esc1	12	130,02 ± 5,88	27,56 ± 2,94	46,46 ± 14,49	1,00 ± ,16*	36,50 ± 5,12*
Esc2	15	153,97 ± 11,17	46,05 ± 12,06	65,29 ± 27,63	1,98 ± ,51*	43,46 ± 6,35
Esc3	9	175,89 ± 8,52	64,47 ± 13,75	70,99 ± 52,51	2,78 ± ,39*	44,44 ± 8,64*

* $p < 0,05$

RESULTADOS

Na tabela 1, são apresentados os valores médios e desvio padrão das medidas antropométricas (E, MC e SDC) e metabólicas ($VO_{2\text{pico}}$ absoluto e $VO_{2\text{pico}}$ relativo) dos Nad e Esc.

Para os valores médios de $VO_{2\text{pico}}$ absoluto, foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre todos os grupos etários tanto entre nadadores como entre escolares ($p < 0,05$). Para o $VO_{2\text{pico}}$ relativo, foram observadas diferenças estatísticas significantes entre Nad1 e Nad2; Esc1 e Esc3, apesar dos valores serem diferentes entre Nad e Esc com predominância de valores superiores para os nadadores.

A Figura 1 mostra o comportamento dos valores médios e desvio do $VO_{2\text{pico}}$ absoluto ($L \cdot \text{min}^{-1}$), entre os grupos etários de Esc e Nad, bem como as diferenças significantes entre grupos, sinalizadas pelo sinal (*).

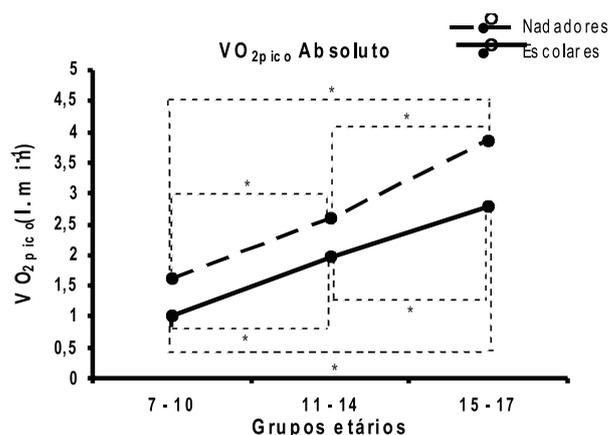


Figura 1. Valores médios e desvio padrão do $VO_{2\text{pico}}$ absoluto ($L \cdot \text{min}^{-1}$), entre os grupos etários de Esc e Nad. *Diferença significativa entre grupos etários.

A Figura 2 mostra o comportamento dos valores médios e desvio do $VO_{2\text{pico}}$ relativo ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), entre os grupos etários de Esc e Nad, bem como as diferenças significantes entre grupos, sinalizadas pelo sinal (*).

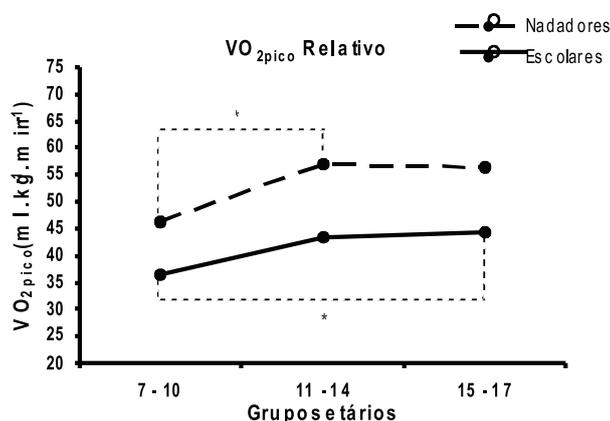


Figura 2. Valores médios e desvio padrão do VO_{2pico} relativo ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), entre os grupos etários de Esc e Nad . *Diferença significativa entre grupos etários.

DISCUSSÃO

No presente estudo, os valores médios encontrados das medidas antropométricas E e MC estão de acordo com a literatura^{19, 20}. Houve um ganho mais acentuado para o grupo etário de sete a 10 anos em relação ao grupo etário de 11 a 14 anos, quando comparado ao grupo etário de 15 e 17 anos de idade. Tal fato ocorreu tanto para os escolares como para os nadadores. Apesar desse comportamento da E e MC, é interessante notar que a quantidade de gordura corporal, avaliada através somatória de dobras cutâneas, foi menor entre os nadadores em todas as idades, exceto para a faixa etária de sete a 10 anos de idade.

Apesar da limitação de uma amostra transversal e assim agrupada como sugerem alguns autores^{10, 11, 19, 20}, os resultados evidenciaram um aumento constante dos valores médios de VO_{2pico} absoluto (VO_{2pico} abs) em $L.min^{-1}$ para todas as faixas etárias, independentemente do grupo (Nad e Esc). Para os Nad do sexo masculino de sete a 10 anos e de 11 a 14 anos de idade, a diferença foi de $0,99 \pm 0,20 L.min^{-1}$ e entre 11 a 14 anos e 15 a 17 anos de idade a diferença foi de $1,27 \pm 0,21 L.min^{-1}$. Para os Esc do sexo masculino de sete a 10 anos e de 11 a 14 anos de idade a diferença foi de $0,98 \pm 0,36 L.min^{-1}$ e entre 11 a 14 anos e 15 a 17 anos de idade a diferença foi de $0,80 \pm 0,12 L.min^{-1}$. Os valores médios encontrados de VO_{2pico} abs para os nadadores neste estudo foram sempre superiores àqueles encontrados para os escolares.

Em geral, nos estudos transversais, a literatura mostra que para os meninos ocorre um aumento anual de 11,1% em função da idade cronológica para valores absolutos de VO_{2max} ($L.min^{-1}$), entre as idades de oito a 16 anos^{21, 22, 23}, apresentando os maiores aumentos entre 12-13 anos e 13-14 anos²⁴.

Em estudos longitudinais semelhantes com crianças e jovens canadenses, norueguesas, alemãs e holandesas mostraram as mesmas tendências de resultados dos estudos transversais²⁴. Com os 75

meninos canadenses de 8 a 16 anos de idade foi verificado um aumento anual de 11,1% no VO_{2max} e, ainda, que os maiores aumentos ocorreram entre 12 e 13 anos ($0,31 L.min^{-1}$) e entre 13 e 14 anos ($0,32 L.min^{-1}$), respectivamente²⁴.

Tais resultados foram similares aos encontrados no presente estudo tanto para os escolares quanto para os nadadores, apesar de, para os nadadores, os valores do VO_{2pico} se apresentaram diferentes nos três grupos etários estudados, o que aponta possíveis efeitos do treinamento de natação sobre essa variável.

Não existe um entendimento padronizado sobre a maneira pela qual o VO_{2max} pode ser ajustado mais apropriadamente ao tamanho corporal, ou seja, o papel do aumento do tamanho da massa versus as mudanças funcionais na determinação de consumo de O_2 , os mecanismos que distinguem as diferenças entre meninos e meninas e os meios pelos quais as mudanças no VO_{2max} podem contribuir para a melhora no desempenho de endurance¹¹.

No que se refere aos valores de VO_{2pico} relativo (VO_{2pico} rel) em $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ do presente estudo, os nadadores apresentaram acentuada elevação desses valores no período dos sete aos 10 anos e 11 aos 14 anos de idade ($10,88 \pm 0,09 ml.kg^{-1}.min^{-1}$), seguido de um suave declínio dos 11 aos 14 anos e 15 aos 17 anos de idade ($0,75 \pm 0,47 ml.kg^{-1}.min^{-1}$). Já para os meninos escolares, houve uma tendência de aumento entre as três faixas etárias, sendo que os maiores aumentos foram observados no período dos sete aos 10 anos e 11 aos 14 anos de idade ($6,96 \pm 1,23 ml.kg^{-1}.min^{-1}$), em relação ao período dos 11 aos 14 anos e 15 aos 17 anos de idade ($0,98 \pm 2,29 ml.kg^{-1}.min^{-1}$). Entre o período dos 11 aos 14 anos e 15 aos 17 anos de idade houve uma tendência de estabilidade dessa variável. Cabe citar que os nadadores sempre atingiram valores superiores em relação aos escolares em todas as faixas etárias.

Pesquisadores avaliaram o VO_{2max} de jovens treinados (18 nadadores juniores) e não treinados (escolares) com idade média de 15 anos. Os pesquisadores não encontraram diferenças estatísticas significativas entre as variáveis E, MC, % gordura e capacidade vital entre os dois grupos. Porém, os valores de VO_{2max} abs, VO_{2max} rel expresso por kg da MC e VO_{2max} rel expresso pela massa magra, foram 31,5%, 21,2% e 20,6%, respectivamente, mais altos para os nadadores do que para os escolares ($p < 0,05$). Os autores sugerem que o treinamento físico proporcionou esse aumento significativo do VO_{2max} nos jovens sujeitos²⁵.

Benefice *et al.* (1990)²⁶, encontraram valores superiores de VO_{2max} abs e variáveis antropométricas em 45 meninos pré-pubertários, pubertários e pós-pubertários nadadores em comparação a 94 meninos que não estavam envolvidos com nenhum tipo de treinamento específico. O mesmo não foi observado por Falgairre *et al.* (1993)²⁷, ao estudarem 53 meninos pré-pubertários, 26 nadadores e 16 não ativos, com idade média de 11 anos, os quais não apresentaram diferenças significativas para o VO_{2max} rel ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$).

Alguns fatores podem influenciar nos valores do VO_{2max} como o genético, o nível inicial de condicionamento físico e especificidade do treinamento^{28, 29, 30}. Quanto aos aspectos genéticos, os investigadores utilizaram 10 pares de gêmeos monozigóticos em um mesmo programa de treinamento de endurance, com duração de 20 semanas e as respostas do aumento do VO_{2max} foram bem variadas entre os sujeitos, sendo, porém muito similares entre os gêmeos²⁸. Tal fato indica que existem pessoas que respondem (grande mudança) e outras que não respondem (pouca ou nenhuma mudança) ao mesmo programa de treinamento²⁹.

No que diz respeito ao nível inicial de condicionamento físico, sabe-se que quanto mais treinado o indivíduo menos treinável e quanto menos treinado mais treinável. Os maiores valores de VO_{2max} são atingidos dentro de 8 a 18 meses de treinamento, indicando que cada sujeito deve ter um nível de limite de VO_{2max} a ser atingido²⁹. Este limite parece ser potencialmente influenciado pelo nível de atividade física realizada na infância.

Quanto à especificidade do treinamento, um estudo envolveu remadores, ciclistas e esquiadores altamente treinados os quais foram avaliados em ergômetros específicos às suas modalidades esportivas e apresentaram valores de VO_{2max} iguais ou superiores aqueles encontrados na esteira rolante³⁰.

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que, para a amostra estudada, o aumento do VO_{2pico} entre os grupos etários é provavelmente consequência do desenvolvimento natural dos sujeitos, mas, sobretudo, nos nadadores sinaliza efeito do treinamento.

Apesar do comportamento dessa variável ser similar entre 11-14 e 15-17 anos para ambos os grupos para valores relativos, entre Nad e Esc o VO_{2pico} rel nesses períodos etários são diferentes, apresentando os valores maiores para os Nad.

Para valores de VO_{2pico} abs, foram observadas diferenças estatísticas significantes entre todas as idades e entre os grupos o que indica uma possível influência das características morfológicas entre Esc e Nad.

De acordo com os achados do presente estudo, apesar da superioridade numérica do VO_{2pico} observada para os Nad sugere-se que professores e técnicos esportivos conduzam o treinamento de crianças e jovens, levando em conta que este se trata de um processo sistemático e a longo prazo. Portanto, a prioridade deste tipo de programa de treinamento deve estar direcionada aos problemas referentes ao crescimento e desenvolvimento de seus praticantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Denadai BS. Consumo máximo de oxigênio: fatores determinantes e limitantes. *Rev Bras Ativ Física Saúde* 1995;1:85-94.
2. Kiss MAPDM. Potência e capacidade aeróbia:

- importância relativa em esporte, saúde e qualidade de vida. In: Barbanti JV, Amadio AC, editores. *A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares*. São Paulo: Estação Liberdade, 2000. p.175-184.
3. Astorino TA, Robergs RA, Ghiasvand F, Marks D, Burns S. Incidence of the oxygen plateau at VO_{2max} during exercise testing to volitional fatigue. *J Exerc Physiol* 2000;3:1-12.
4. Noakes TD. Challenging beliefs: ex Africa semper aliquid novi. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:571-90.
5. Shephard RJ. Tests of maximum oxygen intake – a critical review. *Sports Med* 1984;1:99-124.
6. Armstrong N, Kirby BJ, McManus AM, Welsman JR. Aerobic fitness of prepubescent children. *Ann Hum Biol* 1995;22:427-41.
7. Dal Monte A, Faina M. *Valutazione dell'atleta*. Turim: UTET, 1999.
8. Del Nero E, Yazbeck Jr P, Kedo HH, Kiss MAPDM, Juliano Y, Moffan PJ. Ação do metoprolol duriles na insuficiência coronária crônica. *Arq Bras Cardiol* 1985;45:211.
9. Negrão CE, Pereira Barreto AC. Efeito do treinamento físico a insuficiência cardíaca: implicações anatômicas, hemodinâmicas e metabólicas. *Rev Soc Cardiol Est São Paulo* 1998;8:273-84.
10. Bar-Or, O. *The child and adolescent athlete*. Oxford: Blackwell, 1996.
11. Rowland TW. *Developmental exercise physiology*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1996.
12. Armstrong N, Welsman J, Winsley R. Is Peak VO_2 a Maximal Index of Children's Aerobic Fitness? *Int J Sports Méd* 1996;17:356-9.
13. Billat V, Pinoteau J, Petit B. Exercise induced hypoxemia and time to exhaustion at 90,100 and 105% of the maximal aerobic speed in long-distance elite runners. *Can J Appl Physiol* 1995;20:102-11.
14. Lavoie NF, Mercer TH. Incremental and constant load determinations of VO_{2max} and maximal constant load. *Can J Sports Sci* 1987;12:229-32.
15. Saltin P, Astrand PO. Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol* 1967; 23: 353-8.
16. Eriksson BO, Holmer I, Lundin A. Maximal oxygen uptake, maximal ventilation and maximal heart rate during swimming compared to running. *Acta Pediatr Belgian* 1974;28:68-78.
17. Troup JP, Trappe TA. Applications of research in swimming. In: Miyashita M, Mutoh Y, Richardson AB, editors. *Medicine and science in aquatic sports*. Basel: Karger, 1994. p.155-165.
18. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973;85:546-2.
19. Malina RM. Physical growth and maturation. In: Thomas JR, editor. *Motor development during childhood and adolescence*. Minneapolis: Burgess, 1984. p.2-26.
20. Malina RM, Bouchard C. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1991.
21. Andersen KL, Seliger V, Rutenfranz J, Skrobak-Kaczynski I. Physical performance capacity of children in Norway. Part IV. The rate of growth in maximal aerobic power and the influence of improved physical education of children in a rural community. *Eur J Appl Physiol* 1976;35:49-58.
22. Kobayashi K, Kitamura K, Miura M, Sodeyama H, Murase Y, Miyashita M, Matsui H. Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. *J Appl Physiol* 1978;44:666-72.
23. Sprynarova S, Parizkova J, Bune V. Relationship

- between body dimensions and resting and working oxygen consumption in boys aged 11 to 18 years. *Eur J Appl Physiol* 1987;56:725-36.
24. Mirwald RL, Bailey DA. Maximal aerobic power. London: Sports Dynamics, 1986.
25. Nikolic Z, Ilic N. Maximal oxygen uptake in trained and untrained 15-year-old boys. *Br J Sports Med* 1992;26:36-8.
26. Benefice E, Mercier J, Guerin MJ, Prefaut C. Differences in aerobic and anthropometric characteristics between peripubertal swimmers and non-swimmers. *Int J Sports Med* 1990;11:456-60.
27. Falgairette G, Duche P, Bedu M, Fellmann N, Coudert J. Bioenergetic characteristics in prepubertal swimmers. Comparison with active and non-active boys. *Int J Sports Med* 1993;14:444-8.
28. Bouchard C, Dionne, FT, Simoneau JA, Boulay MR. Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exerc Sport Sci Rev* 1992;20:27-58.
29. Wilmore JH, Costill DL. Training for sport and activity. Dubuque: W.C. Brown, 1988.
30. Fahey TD, Dell Valle-Zuris A, Oehlsen G, Trieb M, Seymour J. Pubertal stage differences in hormonal and hematological response to maximal exercise in males. *J Appl Physiol* 1979;46:823-7.
30. Stromme SB, Ingier F, Meen HD. Assesment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *J Appl Physiol* 1977;42:833-7.

Endereço para correspondência

Emilson Colantonio
Rua Marcelo Ribeiro de Mendonça, 27, 22 – Ponta da Praia.
CEP: 11030-210 – Santos, SP - Brasil
E-mail: nunoec@uol.com.br

Recebido em 27/08/07
Revisado em 01/12/07
Aprovado em 04/04/08