

CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO NA ADOLESCÊNCIA: CORRELAÇÃO COM A MATURAÇÃO SEXUAL, COMPOSIÇÃO CORPORAL E ATIVIDADE FÍSICA

Correlation of maximum oxygen consumption with sexual maturation, body composition and physical activity in adolescence

Antonio Stabelini Neto¹
Rodrigo Zanuto Silva²
João Paulo de Farias²
Renan Camargo Corrêa²
Wayne Ferreira Faria²
Anderson Zampier Ulbrich

RESUMO

Durante a infância, as atividades com elevados estímulos externos tendem a propiciar respostas positivas nas características estruturais e funcionais, como também melhora da aptidão cardiorrespiratória das crianças. Entretanto, durante a adolescência esta relação se contesta, uma vez que neste período da vida os níveis de atividade física tendem a diminuir. Neste sentido, o objetivo do estudo foi correlacionar entre o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) com o estágio maturacional, atividade física, composição corporal e células vermelhas no sangue em adolescentes. A amostra foi composta por 233 adolescentes com idade entre 12 e 17 anos, estudantes da rede pública de ensino. Os avaliados realizaram teste de Léger para estimar o $VO_{2máx}$, a maturação sexual foi estabelecida pelas placas de Tanner; a atividade física foi mensurada através do recordatório de Bouchard; para predição da composição corporal foi utilizado a equação de Slaughter; análise sanguínea para determinar os valores de hemoglobina e eritrócitos. Os resultados obtidos comparando o $VO_{2máx}$ entre os estágios maturacionais no sexo masculino não demonstraram diferença significativa, já os dados para o feminino demonstraram índices inferiores para os estágios 4 e 5 em relação aos estágios anteriores ($p < 0,05$). A correlação do IMC, % Gordura com o $VO_{2máx}$ demonstrou relação inversa significativa para ambos os sexos. Já entre $VO_{2máx}$ e atividade física, observa-se correlação positiva significativa apenas para o sexo feminino ($r = 0,224$; $p < 0,05$), o mesmo ocorrendo com os níveis de eritrócitos e hemoglobina ($r = 0,255$ e $0,291$; $p < 0,05$). Os achados do presente estudo demonstraram que o $VO_{2máx}$ apresentou correlação inversa com o IMC e % Gordura em ambos os sexos, além disso, nas meninas foi possível verificar uma relação significativa entre $VO_{2máx}$ com os eritrócitos e hemoglobina.

Palavras chaves: Adolescentes; Aptidão física; Atividade Motora.

ABSTRACT

During childhood, activities with high external stimuli tend to provide positive feedback on the structural and functional characteristics, as well as improved cardiorespiratory fitness of children. However, this relationship during adolescence is disputed, since this period of physical activity levels of life tend to decrease. In this sense, the objective of the study was to correlate between the maximal oxygen uptake (VO_{2max}) with the maturational stage,

¹ Universidade Estadual do Norte do Paraná - asneto@uenp.edu.br

² Universidade Estadual do Norte do Paraná

physical activity, body composition and red blood cells in adolescents. The sample consisted of 233 adolescents aged between 12 and 17 years, students from public schools. The evaluated carried Léger test to estimate the VO₂max, sexual maturation was established by Tanner boards; physical activity was measured by the recall Bouchard; for predicting body composition was used the equation of Slaughter; blood test to determine hemoglobin and erythrocytes. The results comparing the VO₂max among the maturational stages in males showed no significant difference, since the data for females demonstrated lower rates for traineeships 4 and 5 compared to previous stages ($p < 0.05$). The correlation of BMI, % fat with VO₂max showed a significant inverse relationship for both sexes. Among VO₂max and physical activity, we observed a positive correlation only for females ($r = 0.224$; $p < 0.05$), the same happening with the levels of red blood cells and hemoglobin ($r = 0.255$ and 0.291 , $p < 0, 05$). The findings of this study demonstrated that the VO₂max showed an inverse correlation with BMI and % fat in both sexes, in addition, the girls we observed a significant relationship between VO₂max with red blood cells and hemoglobin.

Key words: Adolescents; Physical fitness ; Motor activity.

INTRODUÇÃO

O VO₂máx é considerado um parâmetro fisiológico que permite avaliar o nível da capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório e, portanto, tradicionalmente utilizado como referência de potência aeróbia (BASSET, HOWLEY, 1997; ALMEIDA et. al., 2010), aceito como o marcador que determina a capacidade fisiológica que um indivíduo tem de absorver, transportar e consumir oxigênio (HERDY; UHLENDORF, 2011).

Os valores máximos do consumo de oxigênio são influenciados por diversos fatores, dentre eles os mais importantes a serem destacados são a hereditariedade, tipo de treinamento, o nível de aptidão física atual, o sexo, a composição corporal e a idade (CYRINO et al., 2002).

Em crianças tem sido descrito que quando expostas a atividades com um elevado nível de estímulos externos antes mesmo do início da adolescência, ocorre uma tendência de se obter respostas positivas tanto em suas características estruturais e funcionais, como também melhora da aptidão cardiorrespiratória (MALINA, BOUCHARDE BAR-OR 2009). Entretanto, durante a puberdade esta relação se contradiz, uma vez que neste período os níveis de atividade física tentem a diminuir e os níveis de gordura corporal tendem a ser mais elevado, principalmente no sexo feminino (PAPALIA; OLDS, 2000).

Segundo Malina, Bouchard e Bar-Or (2009), o aumento do VO₂máx durante o crescimento não está relacionado apenas ao aumento da massa corporal, mas também está altamente relacionado com o tamanho do coração e na quantidade sanguínea das proteínas transportadores de oxigênio em crianças e jovens. Assim, nota-se que diversos fatores podem influenciar os valores de VO₂máx de adolescentes. Apesar disso, ainda são

necessários estudos que possam reforçar o corpo de evidências no que diz respeito ao entendimento das alterações do consumo máximo de oxigênio de adolescentes durante a puberdade em amostras da população brasileira. Desta forma, justifica-se a realização de mais estudos, no sentido de analisar o consumo máximo de oxigênio em adolescentes durante a adolescência.

Nesse sentido, considerando que diversos fatores podem influenciar o $VO_{2máx}$ em adolescentes e a falta de consenso entre os estudos a respeito deste tema, este trabalho teve como objetivo correlacionar o $VO_{2máx}$ com o estágio maturacional, atividade física, composição corporal e as células vermelhas no sangue em adolescentes de ambos os sexos.

METODOLOGIA

Amostra

A população foi composta por adolescentes de ambos os sexos com idade entre 12 e 17 anos, regularmente matriculados na rede de ensino pública, definida a partir do processo de amostragem por conglomerados, totalizando $n=233$ adolescentes ($n=102$ do sexo masculino e $n=131$ do sexo feminino). Todos os adolescentes participantes receberam um termo de consentimento “livre e esclarecido” preenchido pelos pais ou respectivos responsáveis, autorizando o uso dos seus dados.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos local, estando de acordo com a Declaração de Helsinque e com a resolução 196/96.

Instrumentos e Procedimentos

O $VO_{2máx}$ foi estimado através do teste de vai-vem de 20 metros proposto por Léger et al. (1988). Este teste de predição de consumo de oxigênio é um método indireto, que consiste em correr por uma distância de 20 metros dividida em estágios, a velocidade da corrida é determinada através de ritmo sonoro que aumenta a cada um minuto, aumentando assim a velocidade da corrida em 0,5 km/h que se inicia a 8,5 km/h. O teste é interrompido quando o avaliado não é mais capaz de seguir a velocidade imposta pelo ritmo sonoro. Foi utilizado a fórmula para menores de 18 anos, $VO_{2máx} = 31.025 + 3.238 \times (\text{Velocidade}) - 3.248 \times (\text{Idade}) + 0.1536 \times (\text{Velocidade}) \times (\text{Idade})$.

A maturação sexual foi avaliada através das placas propostas por Tanner (1962), onde os estágios maturacionais são divididos em 5 (cinco), sendo os sujeitos classificados como: pré-púbere (estágio 1); intermediário durante o processo maturacional (estágio 2, 3 e 4); pós-púbere (estágio 5), quando o processo maturacional está completo.

O exame foi aplicado na forma de auto-avaliação da pilosidade pubiana. A eficácia da auto-avaliação da pilosidade pubiana apresenta uma satisfatória concordância com a avaliação médica, mostrando-se eficaz para a determinação do estágio de maturação sexual tanto no sexo masculino quanto no feminino (BOJIKAN et al.,2002; MARTIN et al., 2001).

A atividade física foi mensurada por meio do recordatório proposto e testado por reprodutibilidade por Bouchard et al. (1983) e validado por Bratteby et al. (1997). Esta avaliação é composta por 3 dias da semana, sendo pelo menos 1 dos dias do final de semana, onde cada hora é dividida em quatro períodos de 15 minutos. As atividades realizadas durante o dia são classificadas em nove níveis, sendo o nível 1 atividades com baixa intensidade (repouso na cama) ao nível 9, que são realizadas atividades de intensidades mais elevadas (trabalho manual intenso e prática de esportes competitivos). Atividades com dispêndio >3 MET's foram classificadas como tempo despendido em atividade de intensidade moderada e vigorosa.

Para calcular o índice de massa corporal (IMC) foram mensuradas a estatura através de estadiômetro vertical portátil com escala de 0,1 cm e a massa corporal foi determinada através de balança digital Welmy portátil com precisão de 100g. A composição corporal foi determinada através do método duplamente indireto de dobras cutâneas, utilizando um plicômetro científico da marca Cescorf com escala de 0,1mm. Os pontos para dobras foram os estabelecidos por Lohman (1992): dobra cutânea tricipital (localizada no ponto medial entre o acrômio e o olecrano na parte posterior do braço) e perna medial (localizada no ponto que determina a maior circunferência da panturrilha). Para predição do percentual da composição corporal foi utilizado a equação proposta por Slaughter (1988), % Gordura corporal = 0,735 (tríceps + panturrilha) + 1,0.

Para a análise sanguínea foram coletados aproximadamente 8 ml de sangue de cada indivíduo para determinação dos valores de hemoglobina e eritrócitos plasmáticos. O método colorimétrico automatizado foi utilizado para determinação da quantidade de hemoglobina e eritrócitos.

Análise Estatística

Para análise dos dados, utilizou-se primeiramente a estatística descritiva (média e desvio padrão). A análise de normalidade da distribuição dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro Wilk. O teste t de *Student* foi utilizado para comparação entre os sexos e análise de variância de um fator com *post hoc* de Bonferroni para comparação entre os estágios maturacionais. A correlação de Pearson foi utilizada com o

objetivo de verificar a correlação entre o $VO_{2máx}$ e composição corporal, atividade física e dados sanguíneos. O nível de significância para as análises foi estipulado em $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações da caracterização da amostra são representadas na tabela 1 com valores expressos em média e desvio padrão.

Tabela 1 - Caracterização da amostra - média e desvio padrão (DP).

	Média	DP
Idade (anos)	14,8	1,2
Massa Corporal (Kg)	53,4	9,9
Estatura (cm)	163,1	8,3
IMC (Kg/m²)	19,9	2,8
Atividade Física (minutos/dia)	88,5	72,7
% Gordura	19,8	7,3
$VO_{2máx}$ (ml.kg.min)	43,9	6,1
Eritrócitos (x 10⁶/mm³)	4,6	0,4
Hemoglobina (g/dl)	13,4	1,3

IMC (Índice de Massa Corporal).

Quando comparados os valores de $VO_{2máx}$ entre os estágios maturacionais (Tabela 2), mostra-se que no sexo masculino não houve uma diferença significativa entre os estágios maturacionais ($p=0,347$) e no sexo feminino, menores valores foram observados nos estágios maturacionais 4 e 5 ($p < 0,05$).

Tabela 2 – Comparação do $VO_{2máx}$ entre os Estágios Maturacionais de ambos os sexos.

	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5
$VO_{2máx}$ Masculino	48,4±6,3	45,2±4,1	47,7±4,6	48,7±6,1
$VO_{2máx}$ Feminino	42,0±5,5	43,1±4,4	40,2±4,3*¥	40,0±5,0*¥

* diferença significativa para o estágio 2; ¥ diferença significativa para o estágio 3

Análise estatística entre os sexos apresentam valores significativos de $VO_{2m\acute{a}x}$ relativamente maiores para os integrantes do sexo masculino $47,9\pm 5,3$, quando comparados ao feminino $40,8\pm 4,6$ ($p < 0,001$). Os resultados da tabela 2 corroboram com os encontrados por Silva e Petroski (2008), que realizaram um estudo com 779 escolares de ambos os sexos (7 a 14 anos) demonstrando que para o sexo masculino houve uma estabilização entre os estágios maturacionais, enquanto que para o sexo feminino, houve uma queda linear no valor do $VO_{2m\acute{a}x}$ entre os estágios. Uma possível explicação para este comportamento se deve pelo fato do $VO_{2m\acute{a}x}$ ser uma variável dependente da ação muscular envolvida, e nesse sentido, durante a adolescência os meninos apresentam aumento na massa muscular, em contrapartida as meninas apresentam aumento no tecido adiposo, com isso os meninos tendem a obter maiores valores, enquanto as meninas tendem a apresentar uma estabilização ou até mesmo uma queda nos valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ (MACHADO, GUGLIELMO e DENADAI, 2002).

Com relação à comparação $VO_{2m\acute{a}x}$ entre os estágios maturacionais, os resultados do presente estudo vão ao encontro aos apresentados por Ulbrich et al. (2007), que realizaram um estudo com 275 crianças e adolescentes de ambos os sexos e demonstraram que para o sexo masculino não houve diferença significativa entre os estágios maturacionais e para o feminino houve uma diferença significativa apenas entre os estágios 4 e 5 comparados ao estágio 1. Essa diminuição se dá pela maior massa corporal total e maior acúmulo de gordura corporal nas meninas mais avançadas na maturação, quando comparadas com as mais atrasadas (FREITAS et al. 2003; MALINA, BOUCHARDE E BAR-OR 2009).

Quando analisados os valores da correlação entre IMC, % Gordura com o $VO_{2m\acute{a}x}$, foram encontradas relações inversas significativas para ambos os sexos. Já entre $VO_{2m\acute{a}x}$ e atividade física, houve uma correlação positiva significativa apenas para o sexo feminino (Tabela 3).

Tabela 3 – Correlação do $VO_{2m\acute{a}x}$ com IMC, % Gordura e nível de atividade física entre os sexos.

	$VO_{2m\acute{a}x}$ (ml.kg.min)	
	Masculino	Feminino
IMC (Kg/m²)	-0,353*	-0,232*
% Gordura	-0,367*	-0,224*
Atividade Física (min)	0,077	0,224*

* $p < 0,05$; IMC (Índice de Massa Corporal).

Corroborando com os dados obtidos no presente estudo, Leite et al. (2009) realizaram um estudo com adolescentes obesos e não obesos, encontraram coeficientes de correlação inversamente significativos entre IMC e $VO_{2m\acute{a}x}$ ($p < 0,001$) e valores significativamente menores de $VO_{2m\acute{a}x}$ para o grupo obesos comparados ao grupo de não obesos. Ademais, Gomes, Carletti e Perez (2014) avaliaram 140 adolescentes divididos em grupo peso normal e grupo excesso de peso. Os autores encontraram $VO_{2m\acute{a}x}$ de $44,6 \pm 7,63$ ml.kg.min nos sujeitos com peso normal e $36,0 \pm 6,4$ ml.kg.min nos seus pares com excesso de peso.

Considerando a prática de atividade física, esta se mostrou diretamente relacionada com o $VO_{2m\acute{a}x}$ no sexo feminino. Dados semelhantes foram observados por Guedes (2002), nos quais o $VO_{2m\acute{a}x}$ foi mais elevado em indivíduos fisicamente mais ativos em ambos os sexos, sendo o tempo gasto em atividade física moderada a vigorosa a variável mais importante na variação do $VO_{2m\acute{a}x}$. Desta forma, esses dados sugerem que quanto mais ativo for o indivíduo, maior os valores serão obtidos de $VO_{2m\acute{a}x}$ comparados aos menos ativos (DENADAI, 1995).

Quanto a correlação entre $VO_{2m\acute{a}x}$ e eritrócitos e hemoglobina, observa-se correlação significativa apenas no sexo feminino (tabela 4).

Tabela 4 - Correlação do $VO_{2m\acute{a}x}$ com os Eritrócitos e Hemoglobina de ambos os sexos.

	$VO_{2m\acute{a}x}$ Masc.	$VO_{2m\acute{a}x}$ Fem.
Eritrócitos ($x 10^6/mm^3$)	-0,051	0,255*
Hemoglobina (g/dl)	0,001	0,291*

* $p < 0,05$

A hemoglobina é a proteína respiratória presente no interior dos eritrócitos dos mamíferos que tem como principal função o transporte de oxigênio por todo o organismo (NETO; PITOMBEIRA, 2003). Na adolescência há diferenças na contagem de células em relação aos sexos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Entretanto, há poucos dados disponíveis em relação aos níveis de hemoglobina nos estágios de maturação sexual em ambos sexos, sendo que a mesma dificuldade foi relatada por Frutuoso et al. (2003).

Os resultados desta investigação são de grande relevância, uma vez que informações sobre os fatores que influenciam o $VO_{2m\acute{a}x}$ possibilitam entender como se dá o comportamento dessa variável em indivíduos durante o processo de maturação. Todavia, algumas limitações como o delineamento transversal do estudo, ter envolvido apenas alunos da rede pública de ensino dificultam a extrapolação dos resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstraram que os adolescentes do sexo masculino apresentam valores médios superiores de $VO_{2máx}$ comparados ao sexo feminino. Observou-se uma relação inversa significativa do $VO_{2máx}$ com o IMC e % Gordura para ambos os sexos, e na correlação com a atividade física e hemoglobina, encontrou-se relação positiva significativa apenas para o sexo feminino. Com relação á maturação sexual, os dados apontaram que houve diminuição do $VO_{2máx}$ para as meninas que estavam nos estágios maturacionais mais avançados.

O presente estudo fornece importantes informações sobre os fatores que relacionados ao $VO_{2máx}$ de adolescentes, todavia, novas pesquisas na área se fazem necessárias, visto que na literatura ainda é inconclusiva sobre os determinantes do consumo máximo de oxigênio em adolescentes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A.; et al. Validade de equações de predição em estimar o $VO_{2máx}$ de brasileiros jovens a partir do desempenho em corrida de 1.600m. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 1, p. 57-60, 2010.
- BASSET, D. R.; HOWLEY, E. T. Maximum oxygen uptake: “classical” versus “contemporary” viewpoints. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.29, n.5, p.591-603, 1997.
- BOJIKAN, L. P.; et al. Auto-avaliação puberal feminina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 7, n. 2, p. 24-34, 2002.
- BOUCHARD, C. A.; et al. Method to assess energy expenditure in children and adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 37, p. 461-467, 1983.
- BRATTEBY, L. E.; et al. A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labeled water method in adolescents. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 51, p. 585-591, 1997.
- CYRINO, E. S.; et al. Aptidão Aeróbia e sua Relação com os Processos de Crescimento e Maturação. **Revista da Educação Física**, v. 13, n. 1, p. 17-26, 2002.
- DENADAI, B. S. Consumo Máximo de Oxigênio: fatores determinantes e limitantes. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 10, n. 1, p. 85-94, 1995.
- FREITAS, D. L.; MAIA, J. A.; BEUNEN, G. P. et al. Maturação esquelética e a aptidão física em crianças e adolescentes madeirenses. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n.1, p. 61-75, 2003.
- FRUTUOSO, M. F. P; VIGANTZKY, V. A. e GAMBARDELLA, A. M. D. Níveis séricos de hemoglobina em adolescentes segundo estágio de maturação sexual. **Revista de Nutrição**, v.16, p. 155-162, 2003.

GOMES, K. B.; CARLETTI, L. e PEREZ A. S. Performance on cardiopulmonary testing in adolescents: normal weight and overweight. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, p.195-199, n. 3, 2014.

GUEDES, D. P. et al. Atividade física habitual e aptidão física relacionada à saúde em adolescentes. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 10, n. 1, p. 13-21, 2002.

HERDY, A. H.; UHLENDORF, D. Valores de referência para o teste cardiopulmonar para homens e mulheres sedentários e ativos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 96, p. 54-59, 2011.

LÉGER, L. A.; et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**, v. 6, p. 93-101, 1988.

LEITE, N.; et al. Aptidão cardiorrespiratória, perfil lipídico e metabólico em adolescentes obesos e não-obesos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 23, n. 3, p. 275-82, 2009.

LOHMAN, T. G. **Advances in body composition assessment: current issues in exercise science**. Human Kinetics Publishers, 1992.

MACHADO, F. A.; GUGLIELMO, L. G. A. E DENADAI, B. A. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 1, 2002.

MACHADO, F. A. e DENADAI, B. S. Influência das variáveis antropométricas nas respostas cardiorrespiratórias de crianças durante o esforço. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, p. 378-383, 2011.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2ª ed., Phorte, 2009.

MARTIN, R. H. C.; et al. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 15, n. 2, p. 212-222, 2001.

NETO, G. C. G.; PITOMBEIRA, M. S. Aspectos moleculares da anemia falciforme. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 39, n. 1, 2003.

PAPALIA, D. E.; OLDS, S. W. **Desenvolvimento humano**. Porto Alegre: Artes Médicas do Sul, 2000.

SILVA, R. J. S.; PETROSKI, É. L. Consumo máximo de oxigênio e estágio de maturação sexual de crianças e adolescentes. **Motriz**, v. 4, n. 1, 2008.

SLAUGHTER, M.H.; et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v.60, p. 709-23, 1988.

TANNER, J. M. **Growth and adolescence**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1962.

ULBRICH, A. Z.; et al. Aptidão física em crianças e adolescentes de diferentes estágios maturacionais. **Fitness e Performance Journal**, v. 6, n. 5, p. 277-282, 2007.