

Influence of sexual maturation on cardiorespiratory fitness in school children

Influência da maturação sexual na aptidão cardiorrespiratória em escolares

Nara Michelle Moura Soares¹
Roberto Jerônimo dos Santos Silva²
Enaldo Vieira de Melo³
Antônio César Cabral de Oliveira²

Resumo – Níveis de aptidão aeróbica de crianças e adolescentes estão declinando em todo o mundo, enquadrando-se em risco para a saúde. No Brasil, aproximadamente, 60% dos escolares apresentam níveis de aptidão cardiorrespiratória abaixo do recomendado para a idade e sexo. O objetivo foi verificar a influência da maturação sexual e do nível de atividade física na aptidão cardiorrespiratória em escolares de ambos os sexos com idade de 9 a 14 anos. O estudo foi transversal com amostra composta por 747 indivíduos (47,12% do sexo feminino) e idade de 9 a 14 anos, matriculados na rede pública de ensino. Os indivíduos responderam o PAQ-C e o questionário sobre maturação sexual, além de participarem do *shuttle run test*. Para verificar a influência no VO_{2max} , os participantes foram categorizados em pré-púberes, púberes e pós-púberes e de acordo com o sexo e a interação (sexo vs maturação). Foi utilizada a ANOVA para comparar as médias dos estágios de maturação e para avaliar se o sexo e a maturação afetavam o VO_{2max} . Houve influência da maturação ($p < 0,0001$; $Eta^2 = 0,069$; $power = 1$) e do sexo ($p < 0,0001$; $Eta^2 = 0,059$; $power = 1$) na aptidão aeróbica. O VO_{2max} entre os estágios de maturação foi diferente entre os sexos. A maturação influenciou o VO_{2max} com tendência decrescente e linear ($p < 0,0001$; $Eta^2 = 0,221$; $power = 1$) para o sexo feminino. Verificou-se influência da maturação e do nível de atividade física na aptidão cardiorrespiratória em escolares da cidade de Aracaju.

Palavras-chave: Adolescente; Consumo de oxigênio; Criança; Puberdade.

Abstract – Levels of aerobic fitness of children and adolescents are declining worldwide, which results in increased health risks. In Brazil, approximately 60% of the students present levels of fitness lower than recommended for age and sex. Our objective was to determine the influence of sexual maturation and physical activity level on cardiorespiratory fitness of schoolchildren of both sexes aged 9-14 years. This was a cross-sectional including a sample of 747 individuals (47.12% female) aged 9 to 14 years enrolled in public schools. The participants completed the Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C) and a questionnaire on sexual maturation, and performed the shuttle run test. In order to verify the influence of sexual maturation on VO_{2max} , students were categorized according to maturation stage (prepubertal, pubertal and postpubertal), sex, and interaction between sex and maturation. ANOVA was used to compare mean maturation stages and to assess whether sex and maturation affect VO_{2max} . There was influence of maturation ($p < 0.0001$; $Eta^2 = 0.069$, $power = 1$) and sex ($p < 0.0001$; $Eta^2 = 0.059$, $power = 1$) on aerobic fitness. VO_{2max} values were different between the maturation stages in both sexes, and between sexes at the same maturation stage. Maturation influenced VO_{2max} with a decreasing linear trend ($p < 0.0001$; $Eta^2 = 0.221$, $power = 1$) for females. An influence of maturation and physical activity level on cardiorespiratory fitness was observed in schoolchildren of Aracaju city.

Key words: Adolescent; Children; Oxygen consumption; Puberty.

1 Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Aracaju, Sergipe, Brasil.

2 Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, NUPAFISE/UFS, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

3 Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Medicina, Aracaju, Sergipe, Brasil.

Recebido em 07/04/13
Revisado em 23/06/13
Aprovado em 10/09/13



Licença
Creative Commons

INTRODUÇÃO

A observação empírica sinaliza que, durante o desenvolvimento maturacional, os indivíduos mais velhos expandem a sua capacidade cardiorrespiratória em relação aos mais novos, sobretudo, quando considerados os valores absolutos de volume máximo de oxigênio. Este fato é facilmente observado quando, nas aulas de educação física ou prática esportiva de um modo geral, um adolescente suporta maiores intensidades de atividade contínua quando comparado com crianças.

No campo dos estudos em atividade física, verifica-se que há diversas explicações possíveis para esta situação que vão além da mera percepção de que o aumento da idade das crianças ou adolescentes observados pode se apresentar como principal fator responsável por estas respostas, como também o fato de que esta resposta pode estar associada a diversos fatores, como a eficiência mecânica do movimento em indivíduos mais velhos¹, economia na corrida¹, componentes fisiológicos, como a aptidão cardiorrespiratória (ACR)² e o próprio estágio de desenvolvimento maturacional³.

É fato que a ACR tem sido considerada um dos componentes mais importantes da aptidão física por estar associada à orientação de exercícios físicos para indivíduos de diversas faixas etárias, não só como meio para melhorar as condições fisiológicas que levam a redução dos agravos crônico-degenerativos, com também por manter uma forte relação com o desempenho atlético em diversas modalidades⁴.

Percebe-se, na literatura, que poucos estudos foram conduzidos com o intuito de verificar as respostas da ACR ao longo do período pubertário⁵, o que termina por levantar alguns questionamentos quanto a real influência do desenvolvimento maturacional à ACR. Dessa forma, percebe-se que há a necessidade de maiores informações quanto a influência maturacional na ACR, de forma a se obter resultados mais consistentes quanto ao comportamento aeróbio em crianças e adolescentes.

Considerando as especificidades da resposta cardiorrespiratória, conforme os níveis maturacionais em ambos os sexos, enfatiza-se a necessidade de estudos nesta área visto que os níveis de ACR de crianças e adolescentes estão declinando em todo o mundo, enquadrando-se em risco para a saúde^{2,3,6}.

No Brasil, aproximadamente, 60% dos escolares de ambos os sexos apresentam níveis de ACR abaixo do recomendado para a idade e para o sexo⁷. Kolle et al.² observaram uma diminuição da ACR em crianças e adolescentes noruegueses de ambos os sexos, enfatizando que este resultado está de acordo com o nível de atividade física desses indivíduos, concluindo que a manutenção da ACR está associada à atividade física regular.

Dessa forma, verifica-se que a mudança do estilo de vida através da redução do esforço físico e, conseqüentemente, a diminuição na ACR proporcionam aos indivíduos um fator de risco para doenças cardiovasculares e esse pressuposto também é aplicado a crianças e adolescentes.

Embora os benefícios da atividade física para a saúde estejam bem estabelecidos na literatura, a WHO estima que 17% da população mun-

dial não realiza atividade física e que 60% dos indivíduos não atingem o critério mínimo para serem considerados fisicamente ativos⁸. A meta-análise publicada por Barufaldi et al.⁹ apresentou elevadas prevalências de sedentarismo em meninos e meninas de 10 a 19 anos, nas regiões Sul (36,1 e 49,6%, respectivamente), Sudeste (48 e 70,1%, respectivamente) e Norte e Nordeste (50,4 e 73,7%, respectivamente), indicando a necessidade de uma efetiva intervenção neste grupamento etário. Lima et al.¹⁰, alertam para esta necessidade, ao demonstrar que no município de Barra dos Coqueiros, Sergipe, Brasil a prevalência de crianças e adolescentes classificados como “sedentários” foi de, aproximadamente, 96,1% para as meninas e 75,8% para os meninos.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi verificar a influência da maturação sexual e do nível de atividade física na aptidão aeróbica em escolares de ambos os sexos com idade de nove a 14 anos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe (parecer nº 078/2009) e seguiu a resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

O estudo teve um delineamento transversal. Todos os dados foram coletados em escolas de Ensino Fundamental das redes públicas Municipal e Estadual, periféricas e centrais, de Aracaju, SE, entre agosto e novembro de 2009. A aptidão cardiorrespiratória (ACR) foi considerada como desfecho primário e o sexo, o estágio de maturação e o nível de atividade física (NAF) foram considerados como desfechos secundários.

A amostra calculada para população finita levou em consideração o IC de 95%, erro máximo tolerável de 5% e o número de matrículas no ano de 2009. As listas com a relação de todas as escolas da cidade foram obtidas para amostragem, permanecendo para o sorteio aquelas com Ensino Fundamental completo ($n = 126$). Foram sorteadas 21 escolas, estratificadas por rede de ensino. Por questões logísticas, realizou-se o sorteio de uma turma do ensino fundamental (do 4º ao 9º ano) para cada escola, a fim de contemplar turmas com 21 alunos por escola. Partindo deste procedimento, estimou-se o quantitativo mínimo de 400 alunos para compor a amostra do estudo, com estimativa de 10% para eventuais perdas e recusas.

Foram incluídos no estudo indivíduos que estavam matriculados na escola, no ano de 2009 e possuíam idade de nove a 14 anos. Os critérios de exclusão foram: *a*) impedimento à prática de atividade física, *b*) ausência do indivíduo no dia da coleta e *c*) a não autorização dos pais para a realização dos procedimentos.

Foi solicitada a permissão das Secretarias da Educação para a realização do projeto, a partir da liberação destas, foram enviados ofícios para as escolas sorteadas. No primeiro contato, foi enviado o TCLE para os responsáveis, culminando em uma reunião com os mesmos a fim de informá-los sobre os objetivos do estudo e agendamento dos procedimentos avaliativos.

Após a explicação e a autorização dos pais, em dias previamente agendados com a Equipe Diretiva, foi aplicado o questionário PAQ-C¹¹ que estimou o nível de atividade física das crianças e adolescentes. Os indivíduos foram classificados como “ativos” (escore ≥ 3) ou “sedentários” (escore < 3). Na análise de dados, o NAF foi controlado a fim de eliminar qualquer efeito que afetasse ou variasse na influência, eliminando, todavia, qualquer diferença devido a esse fator.

Também foi realizada a autoavaliação da maturação sexual através da avaliação da pilosidade pubiana¹², validado e reprodutível na população brasileira¹³. Os alunos foram divididos por sexo, e deveriam marcar a figura referente ao seu estágio maturacional, não sendo permitido que nenhum aluno observasse a resposta do outro. Os indivíduos foram categorizados em “pré-púbere” quando estavam no 1º estágio, “púbere” do 2º ao 4º estágio e “pós-púbere” no 5º estágio.

Em seguida, foram divididos em grupo de seis alunos e realizaram o *shuttle-run test*¹⁴ culminando na determinação do $VO_{2\text{máx}}$ calculado pela equação 1 de Léger et al.¹⁵.

$$VO_{2\text{máx.}} [\text{mL} (\text{kg} \cdot \text{min})^{-1}] = 31,035 + (\text{velocidade} \times 3,238) - (\text{idade} \times 3,248) + (\text{velocidade} \times \text{idade} \times 0,1536) \quad \text{Equação}$$

Para a execução do teste, o avaliado deslocou-se de uma linha para outra, distante 20 m, invertendo o sentido do percurso, retornando à linha oposta em ritmo de deslocamento e em concordância com sinais sonoros emitidos por áudios sonoros pré-gravados. Foram excluídos da avaliação ACR indivíduos que não conseguiram percorrer os 20 m (dois erros não consecutivos) dentro do tempo emitido pelo sinal sonoro. A estimativa da medida do $VO_{2\text{máx.}}$ relativo foi desenvolvido com base no último estágio completo realizado pelo avaliado. Em seguida, o $VO_{2\text{máx.}}$ relativo foi transformado em $VO_{2\text{máx.}}$ absoluto, multiplicando-o pela massa e dividindo-se por mil.

As análises levaram em consideração a significância estatística de $p < 0,05$. A avaliação das diferenças médias entre os sexos foi realizada através do teste t de *Student* para amostras independentes e o teste do Qui-quadrado para as variáveis categóricas. Na comparação das médias das variáveis dependentes entre os estágios de maturação, foi utilizada a ANOVA de um fator e para avaliar se o estágio de maturação e sexo afetavam significativamente o $VO_{2\text{máx.}}$, recorreu-se a ANOVA com dois fatores, ambas as análises seguidas pelo teste *post-hoc* Tamhane.

Na análise multivariada, considerou-se como variável dependente o $VO_{2\text{máx.}}$, como fatores fixos os estágios de maturação e sexo e como covariável o NAF. Na validação do modelo foi utilizada o *Bootstrap* e para avaliar a significância prática estimou-se o índice Eta^2 parcial (percentagem da variável dependente controlada pela variável independente). Foi considerado como efeito “muito elevado” valores maiores que 0,5; “elevado” entre 0,25 e 0,5; “médio” entre 0,05 e 0,25; e “pequeno” menor ou igual a 0,05¹⁶.

RESULTADOS

O presente estudo apresentou um total de 747 indivíduos. A média de idade foi de 12 anos ($12 \pm 1,7$ anos, masculino e $12,1 \pm 1,8$ anos, feminino, $p = 0,78$), com o escore do NAF de 2,7 ($2,4 \pm 0,7$, masculino, $2,1 \pm 0,7$, feminino, $p < 0,0001$), VO_2 relativo de $37,5 \text{ mL (kg.min)}^{-1}$ ($38,7 \pm 4,10$, masculino; $36,4 \pm 4,0$, feminino, $p < 0,0001$) e VO_2 absoluto $1,6 \text{ L/min}$ ($1,63 \pm 0,50$, masculino; $1,57 \pm 0,38$, feminino, $p = 0,06$).

A média de idade apresentou diferença significativa entre os estágios de maturação e a distribuição de ambos os sexos foi semelhante entre os grupos maturacionais. O NAF e a ACR relativa à massa corporal e absoluta apresentaram diferença significativa entre os estágios de maturação. O *post hoc* de Tamhane identificou as maiores diferenças entre os estágios pré e pós-púberes para o NAF, para o $VO_{2\text{máx}}$ relativo e $VO_{2\text{máx}}$ absoluto (Tabela 1).

Tabela 1. Média, desvio padrão e nível de significância na comparação das médias das variáveis em escolares de Aracaju – SE, de acordo com os estágios de maturação sexual, 2009

Variáveis	Estágios			Valor p
	Pré-púbere	Púbere	Pós-púbere	
N	208	324	215	
Sexo				
Masculino	104 (50%)	141 (43,5%)	107 (49,8%)	0,23
Feminino	104 (50%)	183 (56,5%)	108 (50,2%)	
Idade (anos)	$10,3 \pm 1,0$	$12,1 \pm 1,6^a$	$13,7 \pm 0,8^{b\#}$	$< 0,0001$
NAF	$2,47 \pm 0,67^a$	$2,35 \pm 0,74^b$	$2,03 \pm 0,58$	$< 0,0001$
Consumo de oxigênio				
$VO_{2\text{máx}}$ relativo	$39,70 \pm 2,49^{a\#}$	$37,48 \pm 4,09^b$	$35,49 \pm 4,70$	$< 0,0001$
$VO_{2\text{máx}}$ absoluto	$1,36 \pm 0,30$	$1,60 \pm 0,42^a$	$1,84 \pm 0,86^{bc}$	$< 0,0001$

NAF: Nível de Atividade Física; ANOVA de um fator com *post hoc* de Tamhane; Teste do Qui-quadrado. Idade: ^aPré-púbere vs Púbere (1,8; IC95% 1,5 – 2,1; $p < 0,0001$); ^bPré-púbere vs Pós-púbere (3,3; IC95% 3,1 – 3,6; $p < 0,0001$); ^cPúbere vs Pós-púbere (1,5; IC95% 1,3 – 1,8; $p < 0,0001$). NAF: ^aPré-púbere vs Púbere (0,4; IC95% 0,3 – 0,6; $p < 0,0001$); ^bPúbere vs Pós-púbere (0,3; IC95% 0,2 – 0,4; $p < 0,0001$). $VO_{2\text{máx}}$ relativo: ^aPré-púbere vs Púbere (2,2; IC95% 1,5 – 2,9; $p = 0,03$); ^bPré-púbere vs Pós-púbere (4,2; IC95% 3,3 – 5,1; $p < 0,0001$); ^cPúbere vs Pós-púbere (2,0; IC95% 1,0 – 2,9; $p < 0,0001$). $VO_{2\text{máx}}$ absoluto: ^aPré-púbere vs Púbere (0,2; IC95% 0,2 – 0,3; $p < 0,0001$); ^bPré-púbere vs Pós-púbere (0,5; IC95% 0,4 – 0,6; $p < 0,0001$); ^cPúbere vs Pós-púbere (0,2; IC95% 0,1 – 0,3; $p < 0,0001$).

O $VO_{2\text{máx}}$ relativo apresentou uma tendência decrescente ($p < 0,0001$) e o $VO_{2\text{máx}}$ absoluto um aumento ($p < 0,0001$) em relação aos estágios de maturação (Tabela 1). Ao verificar a influência da maturação na ACR, observou-se um efeito significativo ($p < 0,0001$) e de média dimensão ($\text{Eta}^2 = 0,069$; poder = 1) sobre o $VO_{2\text{máx}}$. De modo semelhante, ao verificar a influência do sexo na ACR, depois de considerar o efeito do estágio de maturação, constatou-se que o sexo influenciou no $VO_{2\text{máx}}$, sendo o seu efeito significativo ($p < 0,0001$) e de média dimensão ($\text{Eta}^2 = 0,059$; poder = 1).

O NAF apresentou uma influência sobre o $VO_{2\text{máx}}$ ($p < 0,0001$) com dimensão pequena ($\text{Eta}^2 = 0,046$; poder = 1). O efeito da maturação sobre o $VO_{2\text{máx}}$ pelo sexo masculino e feminino também apresentou um efeito significativo ($p < 0,0001$) de dimensão média ($\text{Eta}^2 = 0,064$; poder = 0,51), demonstrando que a variabilidade da ACR entre estágios de maturação é diferente a depender do sexo (Figura 1).

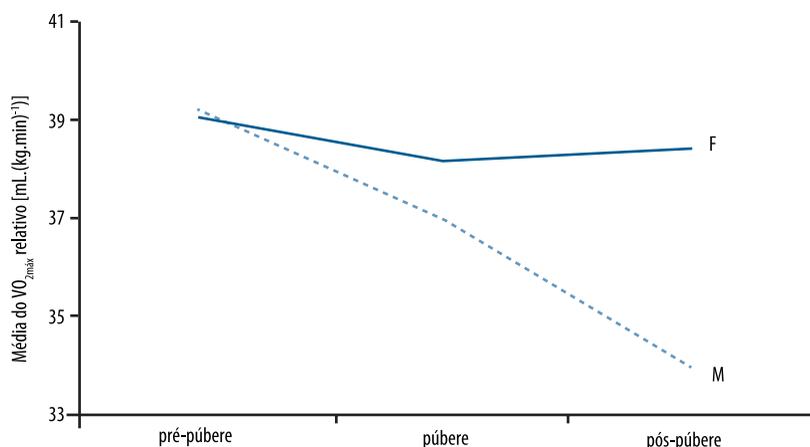


Figura 1. Relação entre estágio de maturação, sexo e VO_{2máx} relativo em escolares de Aracaju, SE, 2009

A tabela 2 apresenta a estimativa da média do VO_{2máx} relativo entre os sexos e os estágios de maturação. No sexo masculino, as diferenças médias demonstram um valor mais elevado para o VO_{2máx} relativo no estágio pré-púbere em relação aos demais. Nos estágios púbere e pós-púbere, observa-se que a ACR apresentou uma variação mínima. Em contrapartida, no sexo feminino a variação é mais evidente ($p < 0,0001$) ao longo dos estágios de maturação.

Após identificar as diferenças estatísticas, o modelo estatístico sugere que sejam realizadas análises separadamente a fim de estimar as médias e erro padrão da variável dependente para cada grupo, ajustando para a covariável NAF. Na tabela 2, o efeito da maturação na ACR para o sexo masculino não mostrou significância ($p = 0,18$; $\text{Eta}^2 = 0,01$; poder = 0,36) após o ajuste para o NAF. Mas observou-se um efeito significativo ($p = 0,04$) e dimensão pequena para a covariável NAF ($\text{Eta}^2 = 0,012$; poder = 0,52). Para o sexo feminino, o efeito do estágio de maturação na ACR demonstrou significância ($p < 0,0001$) com dimensão de efeito médio ($\text{Eta}^2 = 0,221$; poder = 1). Foi encontrada a maior diferença entre os estágios pré-púbere e pós-púbere ($4,8 \pm 0,5$; $p < 0,0001$) e a menor diferença entre os estágios pré-púbere e púbere ($2,1 \pm 0,4$; $p < 0,0001$) (Tabela 2). Também foi verificada influência significativa do NAF ($p < 0,0001$), com dimensão de efeito médio sobre o VO_{2máx} ($\text{Eta}^2 = 0,109$; poder = 1).

Tabela 2. VO_{2máx} relativo, erro padrão e intervalo de confiança para os sexos e os estágios maturacionais em escolares de Aracaju – SE, 2009

Sexo	N	M \pm EP	IC 95%
Masculino			
Pré-púbere	104	39,3 \pm 0,4	38,5 – 40,2
Púbere	141	38,4 \pm 0,3	37,8 – 39,1
Pós-púbere	107	38,5 \pm 0,4	37,6 – 39,3
Feminino			
Pré-púbere	104	38,7 \pm 0,3	38,1 – 39,4
Púbere	183	36,6 \pm 0,2	36,2 – 37,1
Pós-púbere	108	33,9 \pm 0,3	33,3 – 34,5

Valores médios ajustados para o NAF

DISCUSSÃO

Foi observado influência da maturação na ACR, com diferenças estatisticamente significativas entre os estágios de maturação para o $VO_{2máx}$ relativo, apresentando uma tendência linear decrescente com coeficiente de variação em torno de 12%, conforme foi encontrado por Rutenfranz et al.¹⁷. Um aspecto importante desta pesquisa está relacionado à significância clínica e fisiológica dos resultados, tendo em vista que a maturação influencia em torno de 7% o $VO_{2máx}$. A literatura não sinaliza se esse percentual é ou não relevante. Especula-se que informações sobre os mecanismos cinéticos do VO_2 para crianças e adolescentes possam responder a essa lacuna no conhecimento científico, sendo um aspecto importante para novas pesquisas.

O $VO_{2máx}$ absoluto apresentou uma tendência linear crescente. O presente estudo encontrou resultados semelhantes aos verificados em outras pesquisas^{4,5}. Ornelas et al.¹⁸ avaliaram o consumo de oxigênio máximo em crianças e adolescentes em uma coorte de oito anos e detectaram um aumento progressivo e significativo da ACR com o avanço da adolescência nos meninos e um decréscimo nas meninas. Aires et al.⁴, analisando indivíduos de ambos os sexos, de 11 a 19 anos de idade, de Portugal, indicaram o aumento da capacidade aeróbica, observando que a maturação exerceu influência significativa neste aumento.

Observa-se que houve um declínio no $VO_{2máx}$ relativo, estando também de acordo com a literatura^{19,20}. Como a idade foi considerada como variável colinear da maturação, o presente estudo também apresenta resultados semelhantes aos de Tremblay et al.¹⁹, demonstrando que a potência aeróbia máxima estimada em relação à massa corporal em crianças e adolescentes de 6 a 19 anos, decresce durante a adolescência.

A hipótese para a influência da maturação sobre o $VO_{2máx}$ está relacionada à concentração das enzimas glicolíticas associadas à morfologia muscular. Os indivíduos pré-púberes apresentam essa atividade enzimática diminuída, no entanto, com a chegada da puberdade, há um aumento da secção transversa do músculo, devido à presença do hormônio de crescimento, ocorrendo um aumento da concentração de enzimas e, portanto, da atividade enzimática e também da concentração de lactato muscular e sanguíneo²⁰. As crianças também apresentam menor taxa de conversão do glicogênio muscular em lactato para refosforilação dos estoques limitados de ATP²¹.

Segundo Haralambie²², os indivíduos pré-púberes apresentam atividade reduzida da enzima fosfofrutoquinase (PFK), responsável pela ativação do processo glicolítico. Por isso, utilizam predominantemente as rotas do sistema fosfagênio e lipolítico, preferindo atividades de curta duração e alta intensidade (ATP-CP) ou longa duração e baixa intensidade (lipolítica). Quando indivíduos pré-púberes são submetidos a atividade de intensidade com predomínio do sistema anaeróbico láctico, as adaptações fisiológicas seguem os mesmos parâmetros do trabalho aeróbio de alta intensidade devido à capacidade de adaptação do sistema aeróbio e pela deficiência de PFK.

O sexo influenciou em, aproximadamente, 6% a ACR, sendo que o $VO_{2máx}$ foi mais elevado nos meninos, o que já era esperado²³. A ACR foi diferente nos estágios de maturação para ambos os sexos. Nos meninos, o estágio de maturação não mostrou influência na ACR após os ajustes para o NAF. No sexo feminino foi observado um efeito significativo da maturação após o ajuste do NAF, demonstrando uma tendência linear decrescente.

Em relação à ACR, o presente estudo corrobora o estudo de Meléndez-Ortega et al.²⁴, ao não identificar diferenças significativas entre os estágios pubertários no sexo masculino e se contrapõe ao estudo de Machado et al.²⁵, ao afirmarem que, nos meninos, a entrada na puberdade promove uma melhora na ACR, apresentando uma tendência linear crescente. O estudo de Krahenbuhl et al.²⁶ sinalizou que no sexo masculino o $VO_{2máx}$ relativo permanece estável por toda a infância e adolescência, enquanto que no sexo feminino, diminui ao longo da adolescência.

Existem questões fisiológicas que podem influenciar a ACR das meninas como o volume de ejeção máximo e a aptidão anaeróbica²⁷, associada a uma limitada capacidade de depleção do glicogênio como fonte de energia que possa sustentar as contrações musculares exigidas no movimento. Além disso, os rapazes apresentam superioridade no desenvolvimento músculo-esquelético, volume sanguíneo mais elevado e, conseqüentemente, aumento do tamanho do coração, elevação nos glóbulos vermelhos circulantes, taxa de hemoglobina mais acentuada, o que repercute favoravelmente sobre o transporte de oxigênio dos pulmões para os demais tecidos, além de serem mais ativos diariamente¹², conforme constatado no presente estudo.

O NAF apresentou uma influência significativa de 4,6% sobre o $VO_{2máx}$, entretanto, este efeito foi de dimensão pequena. Nas meninas, a influência do NAF na ACR foi de 10,9%, sendo um dos principais fatores intervinientes no $VO_{2máx}$. Os dados aqui apresentados corroboram a literatura, ao apontarem que os pré-púberes são mais ativos que os mais velhos, embora os trabalhos indiquem uma comparação por sexo, apresentando que as meninas estão sob risco maior de adquirirem hábitos sedentários, como observado em estudos: brasileiro²⁸, americano²⁹ e europeu³⁰.

O estudo apresenta algumas limitações. 1. O delineamento transversal por não permitir conclusões objetivas em relação ao comportamento e sim, estimativas quanto ao comportamento da ACR ao longo do tempo; 2. O uso apenas de escolas públicas não permite a extrapolação dos dados para todos os adolescentes; 3. O grupamento etário de nove a 14 anos não permite extrapolar a verificação do comportamento maturacional para indivíduos maiores de 14 anos.

CONCLUSÕES

Considerando as informações apresentadas ao longo do trabalho, conclui-se que há influência da maturação e do nível de atividade física na aptidão cardiorrespiratória em escolares da cidade de Aracaju (SE).

Estes resultados são relevantes para a saúde pública, haja vista que as

informações sobre o comportamento do consumo máximo de oxigênio com o avanço da maturação sexual, permitem planejamento e implantação de políticas institucionais, projetos e programas para o incremento da atividade física na escola.

Apesar de não ter sido encontrada elevada influência do NAF na aptidão aeróbica, no presente estudo, a prática de atividade física é importante por ser uma variável modificável que, somada às características maturacionais, pode auxiliar na orientação de atividades propostas nas aulas de educação física.

REFERÊNCIAS

1. Cavanagh PR, Kram R. Mechanical and muscular factors affecting the efficiency of human movement. *Med Sci Sports Exerc.* 1985;17(3):326-31.
2. Kolle E, Steene-Johannessen J, Andersen LB, Anderssen SA. Objectively assessed physical activity and aerobic fitness in a population-based sample of Norwegian 9- and 15-year-olds. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(1):e41-7.
3. Armstrong N, Williams J, Balding J, Gentle P, Kirby B. The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. *Eur J Appl Physiol* 1991; 62(5):369-75.
4. Aires L, Pratt M, Lobelo F, Santos RM, Santos MP, Mota J. Associations of cardiorespiratory fitness in children and adolescents with physical activity, active commuting to school, and screen time. *J Phys Act Health* 2011;8(Suppl 2):S198-205.
5. Armstrong N, Welsman JR, Nevill AM, Kirby BJ. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11–13 yr olds. *J Appl Physiol* 1999;87(6):2230-6
6. Pate RR, Wang CY, Dowda M, Farrell SW, O'neill JR. Cardiorespiratory fitness levels among us youth 12 to 19 years of age: Findings from the 1999-2002 national health and nutrition examination survey. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006;160(10):1005-12.
7. Cristine B, Costanzi RH, Rech RR, Bergmann MLA, Alli LR, Mattos AP. Associated factors in high blood pressure among schoolchildren in a middle size city southern Brazil. *J Pediatr (Rio J)* 2009;85(4):335-40.
8. Boreham C, Riddoch C. The physical activity, fitness and health of children. *J Sports Sci* 2001;19(12):915-29.
9. Barufaldi LA, Abreu GA, Coutinho ESF, Bloch KV. Meta-analysis of the prevalence of physical inactivity among Brazilian adolescents. *Cad Saude Publica* 2012;28(6):1019-32.
10. Lima JO, Fonseca V, Guedes DP. Comportamento de risco para a saúde de escolares do ensino médio de Barra dos Coqueiros, Sergipe, Brasil. *Rev Bras Cienc Esporte* 2010; 32(2-4):141-54.
11. Crocker PR, Bailey DA, Faulkner RA, Kowalski KC, McGrath R. Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29(10):1344-9.
12. Tanner JM. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell Scientific; 1962.
13. Matsudo SMM, Matsudo KR. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: Concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol* 1994;6(4):451-5.
14. Leger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1982;49(1):1-12.
15. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* 1988;6(2):93-101.
16. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral. 2nd ed. Hilldale, NJ: Laurence Erlbaum, 1988.
17. Rutenfranz J, Lange-Andersen K, Seliger V, Ilmarinen J, Klimmer F, Kylian H, et al. Maximal aerobic power affected by maturation and body growth during childhood and adolescence. *Eur J Pediatr* 1982;139(2):106-12.

18. Ornelas RT, Silva AM, Minderico CS, Sardinha LB. Changes in cardiorespiratory fitness predict changes in body composition from childhood to adolescence: findings from the European Youth Heart Study. *Phys Sports Med* 2011;39(2):78-86.
19. Tremblay MS, Shields M, Laviolette M, Craig CL, Janssen I, Connor Gorber S. Fitness of Canadian children and youth: results from the 2007-2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep* 2010;21(4):7-20.
20. Rowland TW. *Developmental exercise physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996.
21. Quinn TJ, Coons BA. The Talk Test and its relationship with the ventilatory and lactate thresholds. *J Sports Sci* 2011;29(11):1175-82.
22. Haralambie G. Enzyme activities in skeletal muscle of 13- 15 years old adolescents. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1982;18(1):65-74.
23. Eisenmann JC, Laurson KR, Welk GJ. Aerobic Fitness Percentiles for U.S. Adolescents. *Am J Prev Med* 2011;41(4 Suppl 2):S106-S110.
24. Meléndez-Ortega A, Lucy-Davis C, Barbeau P, Boyle CA. Oxygen uptake of overweight and obese children at different stages of a progressive treadmill test: Consumo de oxígeno de niños y niñas con sobrepeso y obesos en los diferentes estadios de una prueba progresiva en un tapiz rodante. *Rev Int Cienc Deporte* 2010;6(18):74-90.
25. Machado FA, Guglielmo LG, Greco CC, Denadai BS. Effects of exercise mode on the oxygen uptake kinetic response to severe-intensity exercise in prepubertal children. *Pediatr Exerc Sci* 2009;21(2):159-70.
26. Krahenbuhl GS, Skinner JS, Kohrt WM. Developmental Aspects of Maximal Aerobic Power in Children. *Exerc Sport Sci Rev* 1985;13:503-38.
27. Fawkner S, Armstrong N. Oxygen uptake kinetic response to exercise in children. *Sports Med* 2003;33(9):651-69.
28. Oliveira TC, Silva AAM, Santos CJN, Silva JS, Conceição SIO. Atividade física e sedentarismo em escolares da rede pública e privada de ensino em São Luís. *Rev Saude Publica* 2010;44(6):996-1004.
29. Riddoch CJ, Mattocks C, Deere K, Saunders J, Kirkby J, Tilling K, et al. Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Arch Dis Child* 2007;92(11):963-9.
30. Cano-Garcinuño A, Pérez-García I, Casares-Alonso I, AlberolaLópez S. Determinantes del nivel de actividad física em escolares y adolescents: estudio OPACA. *An Pediatr (Barc)* 2010;546(1):1-10.

Endereço para correspondência

Nara Michelle Moura Soares
Rua Sindulfo Barreto, 45. São
Conrado.
CEP: 49042-500 - Aracaju, SE, Brasil,
E-mail: narasoares963@hotmail.com