

ARTIGO ORIGINAL

Estágios maturacionais: comparação de indicadores de crescimento e capacidade física em adolescentes

Maturational stages: comparison of growth and physical capacity indicators in adolescents



Vanessa Carla Monteiro Pinto¹, Petrus Gantois Massa Dias dos Santos¹, Rafaela Catherine da Silva Cunha de Medeiros¹, Francisco Emílio Simplício Souza¹, Thaisys Blanc dos Santos Simões¹, Renata Poliane Nacer de Carvalho Dantas¹, Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral¹

¹Federal University of Rio Grande do Norte, Department of Physical Education - Av. Sen Salgado Filho, 3000, Campus Universitário Lagoa Nova Natal/Rio Grande do Norte-Brazil

Autor correspondente:
vanecmpinto@gmail.com

Manuscrito recebido: Setembro 2017
Manuscrito aceito: Dezembro 2017
Versão online: Março 2018

Resumo

Introdução: A identificação da capacidade física se apresenta como importante marcador relacionado ao comportamento saudável durante a infância e adolescência, no qual alguns fatores aparentam contribuir para o desempenho motor como a maturação e níveis hormonais.

Objetivo: Comparar indicadores de crescimento, capacidades físicas e marcadores hormonais de acordo com o sexo e estágio maturacional em adolescentes.

Método: Participaram do estudo 89 adolescentes de ambos os sexos de 10 a 13 anos. Foram avaliados a maturação sexual, obtida através do método de autoavaliação de Tanner, capacidades físicas (força explosiva de membros superiores e inferiores, velocidade de membros superiores e agilidade) e marcadores hormonais (testosterona e estradiol) através do método de quimiluminescência.

Resultados: Na comparação pelo sexo, as meninas obtiveram maiores valores para o peso ($p=0,023$), estatura ($p=0,018$) e percentual de gordura ($p=0,001$), enquanto que os meninos apresentaram melhor rendimento motor para a força explosiva de membros superiores ($p=0,005$) e inferiores ($p=0,011$), agilidade ($0,018$) e velocidade de membros superiores ($p=0,014$). Em relação ao estágio maturacional os meninos não apresentaram diferenças em nenhuma variável analisada; enquanto as meninas em estágio maturacional mais avançado apresentaram maiores valores para o peso (estágio V versus I), estatura (estágio III, IV e V versus I) e força explosiva de membros superiores (estágio III e IV versus I).

Conclusão: Os indicadores de crescimento, peso e estatura, bem como a força explosiva de membros superiores foram mais elevados nas meninas em estágios maturacionais mais avançados e parecem ser dependentes do sexo.

Palavras-chave: testosterona, estradiol, força muscular, aptidão física.

Suggested citation: Pinto VCM, Santos PGMD, Medeiros RCSC, Souza FES, Simões TBS, Dantas RPNC, et al. Maturational stages: comparison of growth and physical capacity indicators in adolescents. *J Hum Growth Dev.* 2018; 28(1):42-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.127411>

■ INTRODUÇÃO

A identificação dos componentes da aptidão física na infância e adolescência apresenta-se como importante marcador de comportamentos saudáveis¹, visto que, elevados níveis de desempenho motor em jovens geralmente são indicativos de indivíduos ativos, devido ao engajamento em diversas atividades físicas², sendo evidenciado uma associação entre o desenvolvimento motor e o nível de atividade física³. Logo, é necessário admitir que apesar da identificação da capacidade física ser um parâmetro essencial para a elaboração de estratégias que possibilitem de maneira mais adequada a prática de atividade física para os adolescentes, torna-se, também imprescindível verificar demais fatores que contribuam para a função motora da população pediátrica.

Recentemente, estudos verificaram que indivíduos na mesma faixa etária com estágios maturacionais diferentes, obtiveram indicadores de crescimento e desempenho motor distintos, sugerindo que a maturação é uma importante ferramenta a ser utilizada em conjunto com indicadores de crescimento, e de desempenho motor para fornecer interpretações mais adequadas do adolescente⁴⁻⁶.

Durante a adolescência, o estágio maturacional acelerado reflete no crescimento corporal, na força e potência em comparação com os indivíduos com desenvolvimento biológico atrasado^{5,7,8}, entretanto, com o avanço da idade estas diferenças tendem a ser reduzidas

■ MÉTODO

O estudo transversal correlacional, teve a amostra constituída de forma intencional, composta por 89 escolares de ambos os sexos (45 meninos e 44 meninas), com faixa etária entre 10 e 13 anos, escolares da rede municipal de ensino da cidade de Natal- RN. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CEP-UFRN), sob o parecer (n°1249937/2015) respeitando a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012, assim como foi atendido os termos éticos contidos na declaração de Helsinki. Todos os responsáveis dos escolares deram o consentimento informado por escrito e os alunos assinaram o Termo de Assentimento. Foram excluídos os sujeitos que apresentaram quaisquer limitações motoras e cognitivas que inviabilizassem a realização dos procedimentos da pesquisa, bem como aqueles que estivessem realizando tratamento hormonal.

Os participantes foram avaliados em três momentos. No primeiro momento foram coletados dados antropométricos e sanguíneos, sendo realizados em três dias consecutivos, no mesmo horário. As mensurações antropométricas englobaram a massa e estatura corporal, através de uma balança eletrônica (filizola® 110, com capacidade para 150 kg e divisões de 1/10 de kg e precisão de 100 gramas) e um estadiômetro (marca Sanny ES2020®) com escala de 0,5 cm, respectivamente, para posterior identificação do índice de massa corporal (massa corporal/

e/ou eliminadas e podem contribuir para a redução da participação em atividades esportivas pelos adolescentes⁹.

A maturação somática, idade óssea e maturação sexual são métodos comumente utilizados para avaliar o estágio maturacional do adolescente⁹. O método de autoavaliação da maturação sexual tem sido considerado uma ferramenta de fácil aplicabilidade para a estimativa do estágio puberal de crianças e adolescentes, sendo baseado na aplicação de imagens da genitália e pelos pubianos de forma subjetiva ao avaliado¹⁰.

A modulação no processo maturação sexual é influenciada por diversas alterações no sistema endócrino, principalmente pela ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal que induz a liberação progressiva de androgênios, como a testosterona, e pela ativação do eixo hipotálamo-hipófise-ovário que resulta na produção de estrogênio^{9,11}.

O elevado nível de concentração hormonal durante o processo puberal apresenta relação linear com desempenho motor dos adolescentes¹² e deve ser analisado em conjunto com outros parâmetros associados ao crescimento e desenvolvimento motor desta população. Portanto, o objetivo do presente estudo é comparar indicadores de crescimento, capacidades físicas e marcadores hormonais em adolescentes de acordo com o sexo e estágio maturacional de ambos os sexos.

estatura²). Para verificar o perímetro corrigido do braço, foi coletado o perímetro do braço sem contração + a dobra cutânea tricípital com adipômetro modelo Harpenden® (John Bull Indicators Ltd) e os diâmetros ósseos: biepicondiliano do úmero e do fêmur foram coletados por meio do paquímetro Sanny ES2020®. Para identificar o percentual de gordura foi utilizada a equação específica para crianças e adolescentes proposta por Slaughter *et al.*¹³. Todos os procedimentos foram realizados por um único avaliador e seguiram rigorosamente as diretrizes da International Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK.

Para analisar a dosagem hormonal foi realizada uma punção venosa na região antecubital sendo retirado aproximadamente 10 ml de sangue periférico. A partir da amostra sanguínea, foram analisadas as dosagens hormonais de testosterona e estrógeno do tipo estradiol, através do método de quimiluminescência. As coletas e análises foram realizadas por profissionais e laboratórios especializados.

Para identificar o estágio de maturação sexual recorreu-se aos critérios adotados por Tanner¹⁴, em que, o sujeito realiza sua autoavaliação das características sexuais secundárias, baseado no diagnóstico dos pelos púbicos. Neste método, o estágio puberal dos adolescentes foi classificado em cinco estratos representados através de fotografias. Modelo validado para jovens brasileiros por Duke *et al.*¹⁵.

Os testes motores englobaram a avaliação da

força explosiva de membros superiores e inferiores, velocidade de membros superiores e agilidade. Os testes foram avaliados em dois dias não consecutivos, com intervalo mínimo de 24 horas, sendo distribuídos da seguinte forma: no primeiro dia (força explosiva de membro superior + agilidade) e no segundo dia (força explosiva de membro inferior + velocidade de membro superior). A força explosiva de membros inferiores foi coletada através do salto de contra movimento¹⁶, numa plataforma de contato (Cefise[®]) conectada ao software Jump Test Pro 2.10; a força explosiva de membros superiores foi identificada pelo teste de arremesso de medicineball 2kg, no qual, o avaliado com as duas mãos contra o peito foi solicitado a arremessar o mais longe possível¹⁷, com fidedignidade de $r=0,84$; a velocidade de membros superiores (VMMSS) foi através do golpeio de placas da bateria de testes EUROFIT¹⁸, onde foi registrado o menor tempo de execução em duas tentativas, participando dois avaliadores, um para contagem dos ciclos e outro para cronometrar o tempo^{14,19}, por fim, para a agilidade foi utilizado o teste de 30 metros, no

qual, o sujeito foi orientado a correr em velocidade máxima num percurso de três metros de um ponto a outro²⁰. Nesse teste foram realizadas duas tentativas com intervalo de 5 minutos e registrado o melhor tempo, com fidedignidade de $r=0,88$.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo rejeitada a hipótese de normalidade dos dados. Os dados foram reportados em mediana e intervalo interquartil (IQR). Para comparar as características, capacidades físicas e marcadores hormonais de acordo com o sexo foram utilizados o teste não paramétrico de Mann-Whitney e a comparação de acordo com os estágios de maturação sexual foram realizadas através do teste de Kruskal-Wallis seguido do Post Hoc de Dunn's. As análises foram realizadas pelo Software Statistical Package for the Social Sciences – SPSS versão 20.0. O nível de significância estabelecido foi de $p<0,05$.

RESULTADOS

Dentre os resultados apresentados na tabela 1, destacam-se maiores valores nas medidas relacionadas ao crescimento (massa, estatura e percentual de gordura), enquanto que os meninos apresentam melhor desempenho nos testes motores.

Na tabela 2 os resultados apontam diferenças significativas para a massa e estatura corporal das meninas de acordo com o estágio maturacional (III, IV e V), demonstrando um comportamento de aumento nestes atributos quando comparados com estágio I.

Tabela 1: Caracterização da amostra e comparação das variáveis antropométricas, testes motores e perfil hormonal dos escolares de acordo com o sexo.

	Mediana (IQR)	Meninos (n=45) Mediana (IQR)	Meninas (n=44) Mediana (IQR)	p
ICr	11.35 (1.90)	11.60 (1.85)	11.20 (1.90)	0.56
MC (kg)	38.05 (14.75)	35.00 (12.65)	40.60 (16.20)	0.023*
Estatura (m)	1.46 (0.10)	1.45 (0.08)	1.50 (0.14)	0.018*
%G	19.0 (6.79)	14.20 (8.70)	23.80 (8.20)	0.001*
FEMS (m)	1.70 (0.73)	1.80 (0.70)	1.50 (0.70)	0.005*
FEMI (cm)	21.95 (5.02)	22.90 (4.30)	20.90 (4.70)	0.011*
Agilidade (s)	8.27 (0.98)	8.00 (0.86)	8.46 (1.05)	0.018*
VMS (s)	14.12 (3.30)	14.09 (7.62)	14.26 (2.49)	0.014*
Testosterona (ng/dl)	3.48 (4.51)	3.94 (11.45)	3.52 (1.92)	0.005*
Estradiol (ng/dl)	1.68 (4.94)	- (18.30)	4.25 (4.77)	0.002*
	Total (%)	Meninos (%)	Meninas (%)	
Estágio 1	33.3	32.6	34.1	
Estágio 2	33.3	39.1	27.3	
Estágio 3	17.8	10.9	25.0	
Estágio 4	10.0	10.9	9.1	
Estágio 5	5.6	6.5	4.5	

IQR= intervalo interquartil; ICr= idade cronológica; MC= massa corporal; %G= percentual de gordura; FEMS= força explosiva de membros superiores; FEMI= força explosiva de membros inferiores; VMS= velocidade de membros superiores; * = diferença significativa ($p<0,05$).

Tabela 2: Comparação das características antropométricas de acordo com os estágios maturacionais de meninos e meninas (mediana e IQR).

Meninos						
Variáveis	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V	p
MC (kg)	31.40 (5.20)	36.10 (13.98)	35.25 (16.80)	38.80 (20.75)	45.00 (4.95)	0.158
Estatura (m)	1.42 (0.08)	1.44 (0.09)	1.45 (0.07)	1.50 (0.19)	1.47 (0.05)	0.579
IMC (kg/m ²)	15.54 (2.78)	16.63 (3.35)	17.08 (7.21)	17.24 (7.70)	20.91 (0.38)	0.196
%G	13.50 (6.00)	14.25 (8.58)	15.90 (20.28)	14.20 (16.75)	22.10 (0.76)	0.191
Meninas						
Variáveis	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V	p
MC (kg)	35.60 (15.42)	38.75 (10.92)	46.70 (11.60)	50.35 (9.18)	59.20 (5.89)*	0.049
Estatura (m)	1.43 (0.16)	1.48 (0.13)	1.52 (0.09)*	1.59 (0.06)*	1.63 (0.11)*	0.002
IMC (kg/m ²)	16.41 (3.54)	17.46 (3.22)	19.46 (3.21)	19.32 (3.47)	22.00 (0.77)	0.655
%G	21.15 (9.88)	23.50 (9.53)	24.50 (6.50)	26.20 (7.32)	24.25 (1.52)	0.941

MC= massa corporal; IMC= índice de massa corporal; %G= percentual de gordura; *= diferença entre o estágio I p< 0,05.

As figuras 1 e 2 apresentam a comparação dos testes físicos de acordo com os estágios maturacionais dos meninos e meninas, respectivamente. Não foi verificada diferença no desempenho em nenhum teste físico de acordo com os estágios de maturação sexual dos meninos (p>0,05). Por outro lado, as meninas no estágio maturacional III (FEMS = 1,94 + 0,59 m) e no estágio maturacional IV (FEMS= 2,01 + 0,39 m) alcançaram melhores desempenhos na força explosiva dos membros

superiores do que as meninas classificadas no estágio maturacional I.

A figura 3 ilustra a comparação dos marcadores hormonais, testosterona e estradiol, de acordo com o estágio maturacional dos meninos e meninas, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas entre o nível de concentração de testosterona e estradiol pelos estágios maturacionais (p>0,05).

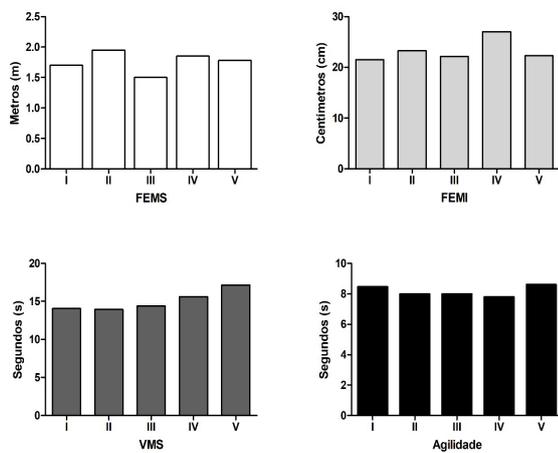


Figura 1: Comparação dos testes físicos de acordo com o estágio maturacional dos meninos. FEMS= força explosiva de membros superiores; FEMI= força explosiva de membros inferiores; VMS= velocidade de membros superiores.

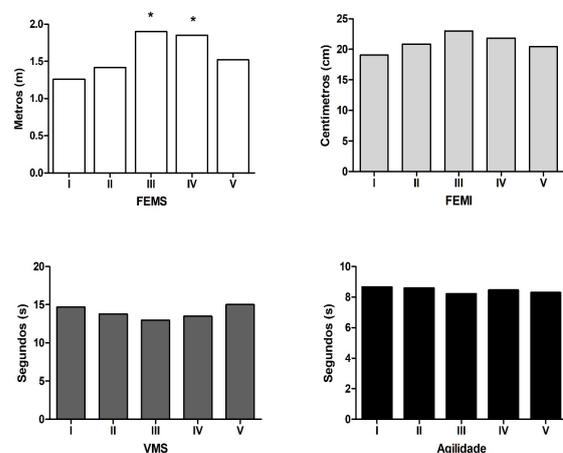


Figura 2: Comparação dos testes físicos de acordo com o estágio maturacional das meninas. FEMS= força explosiva de membros superiores; FEMI= força explosiva de membros inferiores; VMS= velocidade de membros superiores; *= diferença significativa com o estágio I.

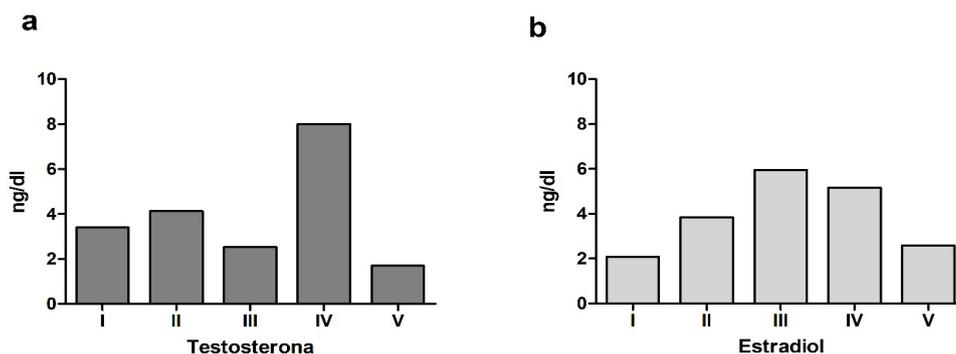


Figura 3: Comparação dos marcadores hormonais de acordo com o estágio maturacional dos meninos (a) e meninas (b).

■ DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo apontaram diferenças significativas nas variáveis antropométricas e força explosiva de membros superiores de acordo com os estágios de maturação sexual das meninas. Por outro lado, não foram observadas diferenças significativa em nenhuma variável dependente para os meninos;

Na comparação entre os sexos observou-se que as meninas apresentaram maior massa, estatura corporal e %G em relação aos meninos. De fato, é bem estabelecido que durante o processo as meninas são afetadas mais precocemente (~11 anos) do que os meninos (~13 anos)²¹, e que o estrogênio, hormônio responsável pelo desenvolvimento das características sexuais femininas promove o alargamento da pelve, desenvolvimento das mamas e aumento dos estoques de gordura para a menarca, o que resulta no aumento da massa corporal²². Por outro lado, foi encontrado maior desempenho para os meninos em todos os testes físicos avaliados no presente estudo (força explosiva de membros superiores e inferiores, velocidade de membros superiores e agilidade).

É possível atribuir este maior desempenho à ação da testosterona, a qual exerce importante papel no desempenho dos testes físicos, principalmente nos testes relacionados a força²³. Além disto, especula-se que estas diferenças entre os sexos também possam estar relacionadas ao contexto social e cultural, nos quais, indicam que as meninas participam de menos atividades físicas (intensidades moderadas/ vigorosas) e desportivas do que os meninos, podendo assim, refletir os menores desempenhos nos testes físicos nas meninas, contrariamente, aos melhores gestos motores nos meninos².

Contrário à nossa hipótese inicial, não foi observada diferença no desempenho dos testes físicos dos meninos e na concentração hormonal em ambos os sexos de acordo com o estágio maturacional. Partindo da premissa que o processo maturacional é guiado pelo aumento da circulação de hormônios testosterona e estrogênio nos meninos e meninas, respectivamente²¹, seria razoável supor que os estágios de maturação sexual mais avançados iriam apresentar maior concentração destes hormônios, e consequentemente maior desempenho nos testes físicos²⁴.

Contudo esta premissa não foi suportada em nosso estudo e diverge de estudos prévios, os quais têm demonstrado que em estágios maturacionais mais avançados o desempenho físico é superior em relação aos seus pares com estágio maturacional atrasado^{5,6}, assim como os níveis de concentração hormonal²⁵. Vidal-Linhares *et al.*⁶, observaram uma tendência significativa para o aumento das capacidades físicas paralelamente ao avanço do estágio maturacional em adolescentes do sexo masculino. Ao verificar o desempenho da força explosiva de membros superiores e inferiores de jovens praticantes de voleibol foi observado melhor desempenho nestes atributos em adolescentes de ambos os sexos com estágio maturacional acelerado em relação aos seus pares com maturação atrasada, estimada através de modelo preditor da idade óssea. Recentemente, estudo conduzido por Pinto *et al.*²⁵, demonstrou maior desempenho físico e concentração de testosterona e estradiol em adolescentes

com maior estágio maturacional, também estimado por modelo preditor da idade óssea.

Diante destes achados, especula-se que apesar da autoavaliação da maturação sexual ser um método válido e amplamente utilizado, ocorre uma discrepância na identificação dos estágios intermediários (II, III e IV), podendo resultar em informações superestimadas. Na literatura também existem indícios de baixa associação entre o método autoavaliado e objetivo (realizado por especialistas), apresentando uma baixa concordância entre a autoavaliação e a avaliação por especialistas¹⁰.

Além disto, Fidelix *et al.*²⁶, sugerem que este método pode sofrer influências culturais no que diz respeito as escolhas dos estágios. Partindo desta premissa é possível explicar a ausência de aumento no nível de testosterona dos meninos, tendo em vista que o pico de testosterona dos meninos ocorre por volta dos 13 anos de idade²¹ e a média de idade da nossa amostra é de ~11 anos (dados não apresentados). Em relação as meninas, uma possível justificativa para essa estabilização da concentração do estradiol durante o avanço maturacional possa estar associada ao percentual de gordura, no qual, apresenta altos valores a partir do estágio I. Por exemplo, Zhai *et al.*²⁷, argumenta que os estoques de gordura são capazes de influenciar os níveis de estradiol através de mecanismos de conversão. Logo, sugere-se que paralelamente aos métodos subjetivos sejam aplicados também métodos mais objetivos para a estimativa do estágio maturacional dos adolescentes.

No presente estudo, identificaram-se diferenças, apenas nas meninas, na força explosiva de membros superiores para aquelas que se avaliaram nos estágios III e IV, sendo observado maior desempenho em relação àquelas com ausência de sinais puberais (estágio I). Esses dados corroboraram com a afirmação que a maturação pode acarretar mudanças na produção de força de membros superiores^{25,28}.

Assim, a maturação sexual deve ser considerada em atividades que englobam a força explosiva de membros superiores, principalmente, nas práticas esportivas, e não apenas a idade cronológica dos jovens, pois como observado em nosso estudo, os sujeitos que apresentam a mesma idade podem obter desempenho distinto na força de membros superiores. Por outro lado, não foi identificado diferenças para a força explosiva de membros inferiores nas meninas, e tal resultado, também foi encontrado na literatura, quando não identificou modificações nessa capacidade física em sujeitos classificados como púbere e pós-púbere^{25,29}. Nesse sentido, o desempenho da força explosiva em membros inferiores aparenta não ser influenciado pela maturação sexual, e que durante a puberdade não há incremento deste atributo em adolescentes do sexo feminino que não se encontram engajadas em treinamentos com este propósito²⁸.

Este fato foi suportado pelo estudo de Quatman *et al.*²⁹, que em estudo longitudinal de dois anos com adolescentes do sexo feminino, não reportou melhorias significativa na altura do salto vertical, mesmo com mudança no estágio maturacional das adolescentes. Estes

dados sugerem que outros fatores estão associados com a melhoria da força explosiva de membros inferiores que não necessariamente envolva o processo maturacional, e que treinamento específicos se façam necessários para a melhoria da sincronização das unidades motoras, maior aproveitamento da energia elástica nos músculos extensores do joelho proveniente da eficiência do ciclo alongamento-encurtamento³⁰.

Diante do exposto, vale destacar que o presente estudo apresenta informações relevantes para a ciência do exercício e na população pediátrica, principalmente no que diz respeito, à avaliação da maturação como parâmetro para a elaboração de estratégias para a prática

■ CONCLUSÃO

Em conclusão, os indicadores de crescimento, peso e estatura, bem como a força explosiva de membros superiores foram mais elevados nas meninas em estágios maturacionais mais avançados. Sendo assim, os dados sugerem que os profissionais da educação física devem levar em consideração, durante a elaboração dos programas de exercício físico, o desenvolvimento biológico do indivíduo e não utilizar somente a idade cronológica

de atividade física, já que sujeitos com mesma idade cronológica podem apresentar melhor desempenho na força de membros superiores.

Logo, a identificação da maturação pode subsidiar o desenvolvimento de estratégias que promovam uma maior aderência dos praticantes na atividade física, levando em consideração suas potencialidades e limitações motoras. Apesar disso, é importante destacar que o método de autoavaliação da maturação sexual, mesmo sendo amplamente utilizado e validado, pode sofrer influências externas e de consciência corporal por parte dos avaliados, o que pôde superestimar as respostas dos adolescentes e assim ser considerado uma possível limitação do estudo.

como padrão avaliativo, sendo ainda necessário considerar outros aspectos como o sexo. Além disso, não foi observada diferenças nos meninos em nenhuma das variáveis analisadas, o que pode estar relacionado com possíveis influências externas inerentes a um método de autoavaliação.

■ REFERÊNCIAS

1. Vedul-Kjelsås V, Sigmundsson H, Stensdotter AK, Haga M. The relationship between motor competence, physical fitness and self-perception in children. *Child Care Health Dev.* 2012;38(3):394-402. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2214.2011.01275>
2. Spessato BC, Gabbard C, Valentini N, Rudisill M. Gender differences in Brazilian children's fundamental movement skill performance. *Early Child Dev Care.* 2013;183(7):916-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03004430.2012.689761>
3. Vandorpe B, Vandendriessche J, Lefevre J, Pion J, Vaeyens R, Matthys S, et al. The KörperkoordinationsTest für Kinder: Reference values and suitability for 6-12-year-old children in Flanders. *Scand J Med Sci Sport.* 2011;21(3):378-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01067>
4. Gouvea M, Cyrino ES, Ribeiro AS, Silva DRP, Ohara D, Valente-Dos-Santos J, et al. Influence of skeletal maturity on size, function and sport-specific technical skills in youth soccer players. *Int J Sports Med.* 2016;37(6):464-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1569370>
5. Gantois P, Pinto VCM, Castro KR, João PV, Dantas PMS, Cabral BGAT. Skeletal age and explosive strength in young volleyball players. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2017;17(3):331-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2017v19n3p331>
6. Vidal-Linhares R, Barros-Costa M, Fernandes Filho J. A influência do desenvolvimento sexual sobre as qualidades físicas básicas de meninos adolescentes. *Rev Salud Pública.* 2015;17(4):489-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v17n4.30832>
7. Lefevre J, Beunen G, Steens G, Claessens A, Renson R. Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity. *Ann Hum Biol.* 1990;17(5):423-35.
8. Rodrigues Junior MA, Agostinete RR, Marco RL, Ito IH, Santos MRR, Fernandes RA. Ganho de densidade mineral óssea relacionado à prática de basquetebol em meninos: estudo de coorte. *J Hum Growth Dev.* 2017;27(1):71-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.127655>
9. Malina RM, Rogol AD, Cumming SP, Silva MJC, Figueiredo AJ. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *Br J Sports Med.* 2015;49(13):852-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
10. Azevedo JCV, Brasil LMP, Macedo TBMA, Pedrosa LFC, Arrais RF. Comparison between objective assessment and self-assessment of sexual maturation in children and adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2009;85(2):135-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.2223/JPED.1875>

11. Baldari C, Di Luigi L, Emerenziani GP, Gallotta MC, Sgrò P, Guidetti L. Is explosive performance influenced by androgen concentrations in young male soccer players? *Br J Sports Med.* 2009;43(3):191-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.040386>
12. Lowe DA, Baltgalvis KA, Greising SM. Mechanisms behind estrogen's beneficial effect on muscle strength in females. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010;38(2):61-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/JES.0b013e3181d496bc>
13. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60(5):709-23.
14. Tanner J. Growth at adolescence. 2nd ed. Thomas: Springfield; 1962.
15. Duke PM, Litt IF, Gross RT. Adolescent self-assessment of sexual maturation. *Pediatrics.* 1980;66(6):918-20.
16. Komi P V, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports.* 1978;10(4):261-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00140137208924444>
17. Gaya A, Silva G. Projeto Esporte Brasil PROESP: Manual de aplicação de medidas e testes, normas e critérios de avaliação. PROESP; 2007.
18. Council of Europe. Committee of Experts on Sports Research. Eurofit: handbook for the Eurofit tests of physical fitness. 2nd ed. Strasbourg: 1993.
19. Marins, JCB, Giannichi RS. Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático. 3ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
20. Buligin MA. Models for improving a volleyballer's physical qualities. *Sov Sport Rev.* 1981;16:43-45.
21. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health.* 2002;31(6 Suppl):192-200.
22. Silva DAS, Pelegrini A, Petroski EL, Gaya ACA. Comparison between the growth of Brazilian children and adolescents and the reference growth charts: data from a Brazilian project. *J Pediatr (Rio J).* 2010;86(2):115-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.2223/JPED.197523>.
23. Garcés C, Oya I, López-Simón L, Cano B, Schoppen S, Gil A, et al. Hormone levels in 12- to 15-year-old boys and girls in Spain and their relationship with anthropometric variables. *Clin Biochem.* 2008;41(7-8):621-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2008.01.003>
24. Goswami B, Singha Roy A, Dalui R, Bandyopadhyay A. Impact of pubertal growth on physical fitness. *Am J Sport Sci Med.* 2014;2(5A):34-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.12691/ajssm-2-5A-8>
25. Pinto VCM, Santos PGMD, Dantas MP, Araújo JPF, Cabral SAT, Cabral BGAT. Relationship between bone age, hormonal markers and physical capacity in adolescents. *J Hum Growth Dev.* 2017;27(1):77-83. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.127658>
26. Fidelix YL, Minatto G, Ribeiro RR, Santos KD, Petroski EL. Dados sociodemográficos, estado nutricional e maturação sexual de escolares do sexo masculino: Exposição à insatisfação com a imagem corporal. *Rev da Educ Fis.* 2013;24(1):83-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/reveducfis.v24.1.17353>
27. Zhai L, Liu J, Zhao J, Liu J, Bai Y, Jia L, et al. Association of Obesity with Onset of Puberty and Sex Hormones in Chinese Girls: A 4-Year Longitudinal Study. *PLoS One.* 2015;10(8):e0134656. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0134656>
28. Silva DAS, Oliveira ACC. Impacto da maturação sexual na força de membros superiores e inferiores em adolescentes. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 2010;12(3):144-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2010v12n3p144>
29. Quatman CE, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance: a longitudinal study. *Am J Sports Med.* 2006;34(5):806-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0363546505281916>
30. Stojanović E, Ristić V, McMaster DT, Milanović Z. Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sport Med.* 2017;47(5):975-86. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>

Abstract

Introduction: The identification of physical capacity is an important marker related to healthy behavior during childhood and adolescence, in which some factors appear to contribute to motor performance such as maturation and hormonal levels.

Objective: To compare growth indicators, physical capacity and hormonal markers according to gender and maturational stage in adolescents.

Methods: Eighty-nine adolescents of both genders aged 10-13 years participated in the study. Sexual maturation was evaluated using the Tanner's self-evaluation method. Physical capacity (explosive strength of upper and lower limbs, upper limb velocity and agility) and hormonal markers (testosterone and estradiol) were evaluated through the chemiluminescence method.

Results: In the comparison by gender, girls had higher weight ($p = 0.023$), height ($p = 0.018$) and fat percentage values ($p = 0.001$), while boys presented better motor performance for the explosive strength of upper limbs ($p = 0.005$) and lower limbs ($p = 0.011$), agility ($p = 0.018$) and upper limb velocity ($p = 0.014$). Regarding maturational stage, boys did not present differences in any variable analyzed; (Stage V versus I), height (stage III, IV and V versus I) and upper limb explosive strength (stage III and IV versus I).

Conclusion: Growth, weight and height, as well as explosive strength of upper limbs were higher in girls at more advanced maturational stages and appear to be gender dependent.

Keywords: testosterone, estradiol, muscle strength, physical aptitude.

© The authors (2018), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.